

**RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN KOROSI PADA  
PIPA MINYAK**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**MUHAMMAD DZIKRI ZULKIFLY RISKHA**  
**NIM. 200605110053**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN KOROSI  
PADA PIPA MINYAK**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:  
**MUHAMMAD DZIKRI ZULKIFLY RISKHA**  
NIM. 200605110053

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**RANCANG BANGUNG SISTEM INFORMASI MANAJEMEN KOROSI  
PADA PIPA MINYAK**

**SKRIPSI**

Oleh:

**MUHAMMAD DZIKRI ZULKIFLY RISKHA**  
**NIM. 200605110053**

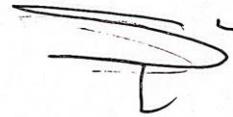
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 23 September 2024

Pembimbing I,



Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom  
NIP. 19761013 200604 1 004

Pembimbing II,

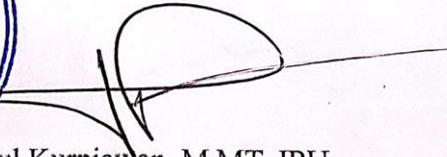


Syahiduz Zaman, M.Kom  
NIP. 19700502 200501 1 005

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPU  
NIP. 19771020 200912 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN KOROSI  
PADA PIPA MINYAK**

**SKRIPSI**

Oleh:

**MUHAMMAD DZIKRI ZULKIFLY RISKHA**  
**NIM. 200605110053**

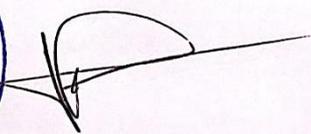
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal: 17 Oktober 2024

**Susunan Dewan Penguji**

Ketua Penguji	: <u>Fajar Rohman Hariri, M.Kom</u> NIP. 19890515 201801 1 001	(  )
Anggota Penguji I	: <u>Nurizal Dwi Priandani, M.Kom</u> NIP. 19920830 202203 1 001	(  )
Anggota Penguji II	: <u>Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom</u> NIP. 19761013 200604 1 004	(  )
Anggota Penguji III	: <u>Syahiduz Zaman, M.Kom</u> NIP. 19700502 200501 1 005	(  )

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Fachrul Kurniawan, M.MT, IPU  
NIP. 19771020 200912 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Dzikri Zulkifly Riskha  
NIM : 200605110053  
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen  
Korosi Pada Pipa Minyak.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 17 Oktober 2024  
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Dzikri Zulkifly Riskha  
NIM.200605110053

## **MOTTO**

*... Keberuntungan adalah ketika kesempatan bertemu dengan kemampuan ...*

*(Seseorang di sosial media)*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala karunia-Nya, shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis mempersembahkan karya ini kepada kedua orang tua, keluarga, dosen, teman, diri sendiri serta seluruh pihak yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

## **KATA PENGANTAR**

Segala Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Korosi pada Pipa Minyak”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik berupa motivasi, bimbingan moril maupun meteril, yang ditujukan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Hariani, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPU, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika dan Dr. Zainal Abidin, M.Kom, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom, selaku dosen pembimbing I dan Syahiduz Zaman, M.Kom, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan arahan dan ilmu kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan skripsi.
5. Fajar Rohman Hariri, M.Kom, selaku dosen penguji I dan Nurizal Dwi Priandani, M.Kom selaku dosen penguji II yang telah menguji dan memberikan evaluasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

6. Heri Mulyono dan Nurul Khabibah selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
7. Segenap Dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
8. Teman-teman Teknik Informatika 2020 “INTEGER” yang telah memberikan motivasi dan semangat selama penulisan skripsi.
9. Diri sendiri yang telah berjuang hingga berhasil menyelesaikan skripsi ini.

Malang, 23 September 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
مستخلص البحث .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II STUDI PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Penelitian Terkait .....	7
2.2 Korosi .....	12
2.3 Manajemen Korosi .....	14
2.4 Sistem Informasi Manajemen Korosi .....	15
2.5 <i>Rule-Based System</i> .....	18
<b>BAB III DESAIN PENELITIAN</b> .....	20
3.1 Analisis Kebutuhan .....	21
3.1.1 User Persona .....	22
3.1.2 Kebutuhan Fungsional .....	22
3.1.3 Kebutuhan non-fungsional .....	23
3.2 Desain Sistem .....	23
3.2.1 <i>Use Case</i> .....	23
3.2.1.1 <i>Use Case Diagram</i> .....	23
3.2.1.2 <i>Use Case Skenario</i> .....	24
3.2.2 <i>Class Diagram</i> .....	28
3.2.3 Desain Database .....	28
3.2.4 Desain <i>User Interface</i> .....	30
3.2.5 Desain Algoritma .....	31
3.2.5.1 Data .....	31
3.2.5.2 Rule Based .....	32
3.2.6 Desain Uji Coba .....	33
3.2.6.1 Black Box Testing .....	34
3.2.6.2 Pengujian Rule-based System .....	40

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1 Implementasi Sistem.....	42
4.1.1 Implementasi Fitur.....	42
4.1.1.1 Tampilan Halaman <i>Login</i> .....	42
4.1.1.2 Tampilan Halaman Utama .....	43
4.1.1.3 Tampilan Grafik .....	43
4.1.1.4 Tampilan Tabel .....	44
4.1.1.5 Tampilan Halaman <i>Report</i> .....	44
4.1.1.6 Tampilan Peringatan Risiko Korosi .....	45
4.1.2 Implementasi <i>Database</i> .....	45
4.1.3 Implementasi <i>Input/Output</i> .....	46
4.2 Hasil Pengujian.....	47
4.2.1 Pengujian Blackbox Testing.....	47
4.2.2 Pengujian Rule-based System .....	59
4.3 Pembahasan .....	62
4.4 Integrasi Islam .....	72
4.4.1 Pentingnya Sistem Informasi Manajemen Korosi dalam Perspektif Islam.....	72
4.4.2 Pengelolaan Korosi sebagai Bentuk Tanggung Jawab Manusia dalam Islam.....	74
4.4.3 Korelasi Teknologi dan Etika dalam Pengelolaan Korosi Berdasarkan Perspektif Islam .....	75
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>78</b>
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran .....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Informasi Manajemen Korosi.....	21
Gambar 3. 2 Use Case Diagram.....	24
Gambar 3. 3 Class Diagram.....	28
Gambar 3. 4 Entity Relationship Database.....	29
Gambar 3. 5 Mockup halaman login.....	30
Gambar 3. 6 Mockup halaman utama.....	31
Gambar 4. 1 Tampilan Halaman Login.....	42
Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Utama.....	43
Gambar 4. 3 Tampilan Grafik.....	43
Gambar 4. 4 Tampilan Tabel.....	44
Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Report.....	44
Gambar 4. 6 Tampilan Peringatan Risiko Korosi.....	45
Gambar 4. 7 Tabel Database User.....	45
Gambar 4. 8 Tabel Database Lokasi.....	45
Gambar 4. 9 Tabel Database Sensor.....	46
Gambar 4. 10 Tabel Database Data.....	46
Gambar 4. 11 Tabel Database Laporan.....	46
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian masukkan email dan password yang valid.....	48
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian masukkan email salah dan password benar.....	48
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian masukkan email benar dan password salah.....	49
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian masukkan email kosong dan password benar.....	49
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian masukkan email benar dan password kosong.....	50
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian klik tombol logout.....	51
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian masukkan data laporan valid.....	52
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian membuat laporan dengan tanggal tidak valid.....	52
Gambar 4. 20 Hasil Pengujian membuat laporan dengan tanggal awal kosong... ..	52
Gambar 4. 21 Hasil Pengujian membuat laporan dengan tanggal akhir kosong ..	52
Gambar 4. 22 Hasil Pengujian lihat laporan.....	53
Gambar 4. 23 Hasil Pengujian tampil grafik.....	54
Gambar 4. 24 Hasil Pengujian tampil tabel.....	54
Gambar 4. 25 Hasil Pengujian tampil pemberitahuan peringatan.....	55
Gambar 4. 26 Hasil Pengujian menerima data secara realtime.....	56
Gambar 4. 27 Uji Kompabilitas - Mobile.....	57
Gambar 4. 28 Uji Kompabilitas – Tablet.....	58
Gambar 4. 29 Uji Kompabilitas - Desktop / Laptop.....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	7
Tabel 3. 1 User Persona .....	22
Tabel 3. 2 Kebutuhan Fungsional .....	22
Tabel 3. 3 Kebutuhan non fungsional .....	23
Tabel 3. 4 Use Case Skenario Login Valid .....	24
Tabel 3. 5 Use Case Skenario Logout .....	25
Tabel 3. 6 Use Case Skenario Manajemen Sesi .....	25
Tabel 3. 7 Use Case Membuat Laporan .....	26
Tabel 3. 8 Use Case Skenario Melihat Laporan .....	26
Tabel 3. 9 Use Case Skenario Input Data Korosi .....	27
Tabel 3. 10 Use Case Skenario Melihat Data Korosi .....	27
Tabel 3. 11 Use Case Skenario Menerima Pemberitahuan .....	27
Tabel 3. 12 Ambang batas parameter .....	33
Tabel 3. 13 Rule Based .....	33
Tabel 3. 14 Test Case Scenario TC1.1 .....	34
Tabel 3. 15 Test Case Scenario TC1.2 .....	34
Tabel 3. 16 Test Case Scenario TC1.3 .....	35
Tabel 3. 17 Test Case Scenario TC1.4 .....	35
Tabel 3. 18 Test Case Scenario TC1.5 .....	35
Tabel 3. 19 Test Case Scenario TC2.1 .....	36
Tabel 3. 20 Test Case Scenario TC3.1 .....	36
Tabel 3. 21 Test Case Scenario TC3.2 .....	36
Tabel 3. 22 Test Case Scenario TC4.1 .....	37
Tabel 3. 23 Test Case Scenario TC4.2 .....	37
Tabel 3. 24 Test Case Scenario TC4.3 .....	37
Tabel 3. 25 Test Case Scenario TC4.4 .....	38
Tabel 3. 26 Test Case Scenario TC5.1 .....	38
Tabel 3. 27 Test Case Scenario TC6.1 .....	38
Tabel 3. 28 Test Case Scenario TC6.2 .....	39
Tabel 3. 29 Test Case Scenario TC7.1 .....	39
Tabel 3. 30 Test Case Scenario TC7.2 .....	39
Tabel 3. 31 Test Case Scenario TC8.1 .....	39
Tabel 3. 32 Test Case Scenario TC8.2 .....	40
Tabel 3. 33 Skenario Pengujian Rule-based System .....	40
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Test Case Login .....	47
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Test Case Logout .....	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Test Case Manajemen Sesi .....	51
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Test Case Membuat Laporan .....	51
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Test Case Melihat Laporan .....	52
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Test Case Input Data Korosi .....	53
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Test Case Melihat Data Korosi .....	53
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Test Case Menerima Pemberitahuan .....	54
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Menampilkan Data Secara Realtime .....	55

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Keamanan .....	56
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Use Case - Kompabilitas .....	57
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Rule-based System .....	59
Tabel 4. 13 Ringkasan Hasil Pengujian Blackbox .....	64

## ABSTRAK

Riskha, Muhammad Dzikri Zulkifly. 2024. **Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Korosi Pada Pipa Minyak**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom. (II) Syahiduz Zaman, M.Kom.

**Kata kunci:** *Manajemen Korosi, Pemantauan Real-time, Sistem Informasi.*

Korosi pada pipa dapat menyebabkan kerusakan signifikan, yang mempengaruhi keselamatan dan lingkungan. Sistem ini memanfaatkan *rule-based system* yang terintegrasi dengan teknologi IoT untuk secara aktif memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan pH. Metode penelitian menggunakan metode Waterfall, yang meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan kondisi lingkungan secara real-time, mengkategorisasikan tingkat risiko korosi, serta memberikan peringatan risiko korosi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Sistem Informasi Manajemen Korosi untuk meningkatkan pemantauan dan pengelolaan korosi pada pipa minyak secara *real-time*. Hasil akhir dari penelitian ini adalah melalui pengujian *black box* untuk menguji keseluruhan fungsionalitas sistem, rancangan sistem informasi manajemen korosi pada pipa minyak yang di desain sebelumnya berhasil diimplementasikan sepenuhnya. Sistem informasi manajemen korosi berhasil dalam memproses data secara *real-time*, dengan percobaan sebanyak 10 kali, menunjukkan rata-rata sebesar 14.2 milidetik yang menandakan bahwa sistem informasi manajemen korosi dapat bekerja dengan baik dalam memproses data parameter korosi secara *real-time*. Berdasarkan hasil pengujian rule-based yang dilakukan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mengkategorikan tingkat korosi, didapatkan tingkat akurasi mencapai 100%. Penelitian ini diharapkan dapat membantu mengembangkan sistem informasi manajemen korosi yang sudah ada sebelumnya sehingga meminimalkan kerugian ekonomi dan dampak lingkungan yang diakibatkan oleh korosi.

## ABSTRACT

Riskha, Muhammad Dzikri Zulkifly. 2024. **Design and Construction of Corrosion Management Information System on Oil Pipes**. Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisors: (I) Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom. (II) Syahiduz Zaman, M.Kom.

Corrosion in pipes can cause significant damage, impacting both safety and the environment. This system utilizes a rule-based system integrated with IoT technology to actively monitor environmental conditions such as temperature, humidity, and pH. The research methodology adopts the Waterfall method, which includes requirements analysis, system design, implementation, and testing. The test results indicate that the system can display environmental conditions in real-time, categorize corrosion risk levels, and provide corrosion risk warnings. This study aims to design and develop a Corrosion Management Information System to enhance real-time monitoring and management of corrosion in oil pipelines. The result of this research, through black box testing to evaluate the overall functionality of the system, shows that the previously designed corrosion management information system has been fully implemented. The corrosion management information system successfully processes real-time data, with 10 trial runs showing an average of 14.2 milliseconds, indicating that the system can effectively process corrosion parameter data in real-time. Based on rule-based testing conducted to measure the system's ability to categorize corrosion levels, an accuracy rate of 100% was achieved. This research is expected to help develop existing corrosion management information systems, thus minimizing economic losses and environmental impacts caused by corrosion.

**Keywords:** *Corrosion Management, Real-time Monitoring, Information System.*

## مستخلص البحث

ريشا، محمد دزكري ذو الكفل. 2024. تصميم وتطوير نظم معلومات إدارة التآكل لخطوط أنابيب النفط. أطروحة. برنامج دراسة الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرف: (أنا) د. م. عين اليقين، م. كوم (الثاني) شهيدوز زمان، م. كوم.

**الكلمات المفتاحية:** إدارة التآكل، المراقبة اللحظية، نظام المعلومات.

يمكن أن يسبب التآكل في الأنابيب أضرارًا كبيرة، مما يؤثر على السلامة والبيئة. يستخدم هذا النظام نظامًا قائمًا على القواعد ومتكاملًا مع تقنية إنترنت الأشياء لمراقبة الظروف البيئية بشكل فعال مثل درجة الحرارة والرطوبة ودرجة الحموضة. ويستخدم منهج البحث منهج الشلال الذي يتضمن تحليل الاحتياجات وتصميم النظام وتنفيذه واختباره. تظهر نتائج الاختبار أن النظام يمكنه عرض الظروف البيئية في الوقت الفعلي، وتصنيف مستوى خطر التآكل، وتقديم تحذيرات من خطر التآكل. يهدف هذا البحث إلى تصميم وبناء نظام معلومات إدارة التآكل لتحسين مراقبة وإدارة التآكل في أنابيب النفط في الوقت الحقيقي. والنتيجة النهائية لهذا البحث هي أنه من خلال اختبار الصندوق الأسود لاختبار الوظيفة العامة للنظام، تم بنجاح تنفيذ نظام معلومات إدارة التآكل المصمم مسبقًا لأنابيب النفط بالكامل. نجح نظام معلومات إدارة التآكل في معالجة البيانات في الوقت الفعلي، حيث أظهرت 10 تجارب متوسطًا قدره 14.2 مللي ثانية، مما يشير إلى أن نظام معلومات إدارة التآكل يمكن أن يعمل بشكل جيد في معالجة بيانات معلومات التآكل في الوقت الفعلي. واستنادًا إلى نتائج الاختبارات المستندة إلى القواعد التي تم إجراؤها لقياس قدرة النظام على تصنيف مستويات التآكل، تم الحصول على مستوى دقة 100%. ومن المأمول أن يساعد هذا البحث في تطوير أنظمة معلومات إدارة التآكل الحالية لتقليل الخسائر الاقتصادية والآثار البيئية الناجمة عن التآكل.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Menurut Supardi, 1997, kata korosi berasal dari bahasa latin “*Corrodere*” yang memiliki arti perusakan logam atau berkarat. Korosi adalah proses terjadinya perusakan material (khususnya logam) akibat reaksi kimia pada temperatur yang tinggi antara logam dan gas atau terjadi korosi elektrokimia dalam lingkungan air atau udara basah (Kurniawan et al., 2023). Adanya cairan dan gas agresif seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S juga dapat menyebabkan masalah korosi yang lebih serius (Al-Janabi, 2020).

Korosi pada pipa minyak merupakan masalah signifikan dalam industri minyak dan gas karena dapat mengakibatkan kebocoran atau pecahnya pipa, yang menimbulkan risiko besar terhadap keselamatan dan lingkungan (Royani et al., 2022). Korosi menyebabkan hilangnya material secara bertahap dari permukaan logam, yang mengakibatkan kinerja peralatan tidak efisien dan bahkan kegagalan komponen. Faktor-faktor lingkungan seperti kelembapan, suhu, dan pH mempengaruhi korosi pada pipa minyak (Sumarji, 2012). Oleh karena itu, pemantauan korosi penting karena memberikan peringatan dini untuk mengingatkan perusahaan akan kondisi yang merusak sebelum kegagalan akibat korosi dapat terjadi. Hal ini juga memberikan wawasan tentang parameter yang berdampak pada sistem, sehingga memungkinkan perusahaan untuk mengambil tindakan perbaikan sebelum terlambat.

Teknik pemantauan korosi, seperti metode elektrokimia, memberikan pengukuran langsung terhadap reduksi logam/laju korosi dalam sistem proses industri (Berradja, 2019). Pemantauan korosi yang efektif dapat didukung dengan kemudahan akses terhadap data-data mengenai korosi. Ketersediaan data korosi secara real-time sangat penting untuk pemantauan korosi yang efektif, karena dapat membantu perusahaan dalam memelihara, memperbaiki, dan mengganti komponen yang terkorosi (Komary et al., 2023). Pemanfaatan kecerdasan buatan dan teknik analisis data dapat memberikan dukungan data untuk meningkatkan kinerja sistem (Pratama et al., 2023).

Beberapa penelitian telah mengeksplorasi berbagai pendekatan untuk mencapai otomatisasi pemantauan dan deteksi korosi. Salah satu pendekatannya adalah penggunaan pembelajaran mesin dan algoritma kecerdasan buatan untuk mengotomatisasi deteksi korosi. (Rachman & Ratnayake, 2020) mengusulkan integrasi algoritma pembelajaran mesin ke dalam proses pengembangan loop korosi untuk sistem perpipaan minyak dan gas. Integrasi ini mengotomatiskan bagian-bagian tertentu dari proses, sehingga tidak bergantung pada pekerjaan manual dan lebih efisien.

Teknik lain melibatkan penggunaan metode evaluasi non-destruktif untuk pemantauan korosi. (Zaki et al., 2015) mengulas kemampuan teknik emisi akustik untuk memantau dan mengevaluasi korosi baja pada struktur beton bertulang. Teknik ini menyediakan cara yang non intrusif dan otomatis untuk mendeteksi dan memantau korosi secara *real-time*.

*Crowdsourcing* dan *Deep Learning* juga telah digunakan untuk deteksi korosi otomatis. (Nash et al., 2020) mengembangkan sistem deteksi korosi otomatis menggunakan pelatihan *crowdsourcing* untuk pembelajaran mendalam. Pendekatan ini memungkinkan deteksi korosi secara otomatis dari gambar atau rekaman video, memberikan keuntungan yang signifikan dalam hal pemantauan korosi.

*Rule-based system* merupakan sistem yang berdasarkan pada aturan-aturan dimana program disimpan dalam bentuk aturan-aturan sebagai prosedur pemecahan masalah (Kurniawati et al., 2021). Dalam konteks manajemen korosi, aturan-aturan ini mencakup pemantauan berbagai faktor lingkungan seperti kelembapan, suhu, dan pH. Sistem ini mampu mengidentifikasi potensi risiko korosi berdasarkan data yang diinputkan, dan memberikan rekomendasi tindakan pencegahan yang sesuai dengan aturan yang telah ditentukan. Dengan demikian, *rule-based system* tidak hanya membantu dalam mendeteksi dini masalah korosi, tetapi juga memungkinkan pengguna untuk mengimplementasikan strategi manajemen yang tepat untuk meminimalkan dampak korosi pada pipa minyak. Teknologi ini memungkinkan sistem informasi manajemen korosi menjadi lebih efisien dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi keberlanjutan dan kehandalan infrastruktur serta memberikan kontribusi penting untuk memahami, menganalisis, dan mengatasi masalah korosi dalam infrastruktur.

Dalam Al-Qur'an surat Al-Isra' ayat 35 yang berbunyi:

﴿ وَأَوْفُوا الْكَيْلَ إِذَا كِلْتُمْ وَزَنُوتُوا بِالْقِيسَاطِ الْمُسْتَقِيمِ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا ۝ ٣٥ ﴾

“Sempurnakanlah takaran apabila kamu menakar dan timbanglah dengan timbangan yang benar. Itulah yang paling baik dan paling bagus akibatnya.” (QS. Al-Isra':35)

Surah Al-Isra' ayat 35 menekankan pentingnya keadilan, ketetapan, dan tanggung jawab dalam setiap aspek kehidupan, termasuk dalam bidang manajemen korosi. Ayat ini menyerukan kepada kita untuk mengukur keadilan dan tidak merugikan orang lain, yang dalam konteks pengembangan sistem informasi manajemen korosi, menginspirasi penciptaan solusi yang tidak hanya teknis canggih tetapi juga etis dan bertanggungjawab. Ketepatan dalam pengukuran korosi, transparansi dalam pengelolaan data, dan pencegahan kerusakan infrastruktur menjadi kunci dalam desain sistem, memastikan bahwa tindakan yang diambil berdasarkan sistem tersebut mendukung kelestarian lingkungan dan keselamatan sosial. Dengan demikian, ayat ini mengajarkan bahwa dalam usaha memperbaiki dan menjaga infrastruktur dari kerusakan korosi, kita harus selalu berupaya untuk bertindak adil dan lurus, menghindari kerusakan dan kerugian pada orang lain, serta menjaga keseimbangan antara manfaat teknologi dan tanggung jawab etis sebagai pengelola sumber daya alam.

Berdasarkan ulasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi manajemen korosi guna melakukan pemantauan data korosi pada pipa minyak.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana rancangan sistem informasi manajemen korosi pada pipa minyak dalam memproses data parameter penyebab korosi agar bekerja secara *real-time*.
2. Bagaimana kinerja sistem informasi manajemen korosi pada pemrosesan data parameter penyebab korosi secara *real-time*?

3. Bagaimana validitas kinerja sistem informasi manajemen korosi dalam mengkategorikan tingkat risiko korosi.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Analisis terbatas pada parameter suhu, kelembapan, dan pH.
2. Sistem hanya memonitoring dan memberikan peringatan dini terkait risiko korosi.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mengimplementasikan sistem informasi manajemen korosi dalam memproses data parameter korosi secara *real-time*.
2. Mengevaluasi kinerja sistem informasi manajemen korosi dalam memproses data parameter korosi secara real-time.
3. Menguji validitas *rule-based* dalam mengkategorikan tingkat risiko korosi.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menghasilkan pengetahuan yang terstruktur tentang faktor-faktor yang mempengaruhi korosi dan cara untuk mengelolanya, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan di masa depan.
2. Membantu industri dalam mengoptimalkan pengelolaan dan pemantauan korosi pada pipa minyak.

3. Memberikan kontribusi untuk mengembangkan model prediktif yang dapat mengidentifikasi potensial korosi sebelum terjadinya kerusakan yang signifikan.

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini, peneliti menggali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya untuk bahan perbandingan, baik dari segi kekurangan maupun kelebihan yang sudah ada. Hal tersebut dilakukan untuk memperoleh landasan teori ilmiah. Berikut adalah ringkasan dari penelitian sebelumnya:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Masukan	Metode	Hasil	Keterbatasan
1	(Zaki et al., 2015)	AE Hits, Cumulative Signal Strength, Absolute Energy, RA value, Average Frequency, b-value, Ib-value, Intensity Analysis	Teknik Emisi Akustik (AE) untuk pemantauan korosi pada struktur beton bertulang.	Deteksi dan karakterisasi korosi pada struktur beton bertulang. Yang meliputi identifikasi timbulnya korosi, nukleasi retakan akibat korosi, dan tingkat keparahan kerusakan pada struktur.	1. Peralatan yang digunakan memiliki biaya yang tinggi, dan kurangnya standarisasi prosedur dapat mempengaruhi penerapannya secara luas. 2. Metode Emisi Akustik (AE) untuk pemantauan korosi belum sematang metode elektrokimia, yang lebih umum digunakan untuk pemantauan korosi pada struktur beton bertulang.
2	(Wright et al., 2019)	Penyebab korosi seperti pH rendah, air, dan CO <sub>2</sub> . Konsekuensi korosi, seperti	Meninjau dan merangkum sensor korosi konvensional. Menganalisis	Kategorisasi sensor korosi, perbandingan sensor korosi, identifikasi tantangan	1. Keterbatasan dari sensor korosi yang ada, termasuk sensitivitas,

No	Peneliti	Masukan	Metode	Hasil	Keterbatasan
		perubahan ketebalan dinding, kebocoran getaran, dan perubahan regangan.	sensor korosi yang muncul.	dalam pengembangan sensor korosi, rekomendasi sensor korosi yang hemat biaya, dan ringkasan tentang sensor korosi untuk pemantauan kesehatan struktural.	akurasi, dan penerapannya. 2. Keterbatasan terkait validasi dan pengujian dari sensor korosi. 3. Keterbatasan terkait kepatuhan terhadap regulasi, standar keselamatan, dan penerimaan industri dari sensor korosi yang dibahas.
3	(Nash et al., 2020)	Kumpulan data besar berupa gambar dan video permukaan yang terkorosi dan tidak terkorosi.	Menggunakan pendekatan <i>Deep Learning</i> untuk mendeteksi korosi secara otomatis dari gambar dan video.	Gambar dan video yang telah diklasifikasikan sebagai “korosi” atau “tidak korosi”.	1. Akurasi model <i>deep learning</i> yang sangat bergantung pada kualitas dataset yang dilabeli. 2. Dataset yang terkait dengan Detektor Korosi saat ini tidak seimbang karena banyak dataset yang menunjukkan korosi. 3.
4	(Rachman & Ratnayake, 2020)	Tekanan pengoperasian, suhu pengoperasian, tag perpipaian.	Menggunakan metode pengelompokan K-Means dan model klasifikasi non-hierarki untuk mengelompokkan data berdasarkan fitur dan persyaratan tertentu.	Hasil yang menunjukkan bahwa loop korosi yang menggunakan algoritma memiliki variabilitas yang lebih rendah dan koherensi yang lebih tinggi dibandingkan	1. Algoritma masih memerlukan penggabungan keahlian, pengalaman, dan intuisi insinyur. 2. Tidak ada konsensus mengenai cara mengembangkan loop korosi dan fitur apa saja

No	Peneliti	Masukan	Metode	Hasil	Keterbatasan
				dengan menggunakan metode manual.	yang harus disertakan.
5	(Li et al., 2021)	Komponen fisik, lingkungan, bahan kimia yang dapat menyebabkan korosi, serta sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan memantau parameter penyebab korosi.	Menggunakan serat optik dan fotodetektor untuk sensing kolorimetrik, sensor film tipis berbasis graphene untuk deteksi dan pemantauan korosi, probe dan sensor elektrokimia untuk pengukuran parameter korosi.	Gambaran komprehensif tentang teknologi penginderaan dan pengukuran korosi terkini, serta potensi penerapannya dalam industri penerbangan.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurangnya stabilitas jangka panjang dan kerentanan terhadap kebisingan.</li> <li>2. Kesulitan dalam menerapkan pemantauan on-board secara real time.</li> <li>3. Terbatasnya kemampuan untuk memantau faktor lingkungan di lokasi tertentu.</li> </ol>

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Zaki et al., 2015), mereka menggunakan Teknik Emisi Akustik (AE) untuk pemantauan korosi pada struktur beton bertulang. Penelitian ini berfokus pada deteksi dan karakterisasi korosi, yang mencakup identifikasi awal korosi, pembentukan retakan akibat korosi, dan mengevaluasi tingkat kerusakan pada struktur. Meskipun metode ini inovatif, penelitian ini menghadapi beberapa tantangan signifikan. Pertama, biaya peralatan emisi akustik yang tinggi dan kurangnya standarisasi prosedur menimbulkan hambatan untuk penerapannya secara luas. Kedua, metode emisi akustik ini masih belum se-matang metode elektrokimia, yang saat ini lebih umum digunakan dalam

pemantauan korosi pada struktur beton bertulang, sehingga memerlukan lebih banyak pengembangan dan validasi.

(Wright et al., 2019), berhasil mengkategorikan dan membandingkan berbagai sensor korosi, serta mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam pengembangan sensor korosi. Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk sensor korosi yang lebih hemat biaya. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, terutama dalam hal sensitivitas dan akurasi sensor yang ada. Selain itu, terdapat tantangan dalam validasi dan pengujian sensor di lingkungan industri, serta isu kepatuhan terhadap regulasi dan standar keselamatan industri yang harus dihadapi.

Lebih lanjut, (Nash et al., 2020) menerapkan pendekatan *Deep Learning* untuk otomatisasi deteksi korosi dari dataset besar yang terdiri dari gambar dan video. Penelitian ini berhasil mengklasifikasikan data menjadi kategori korosi dan tidak korosi. Namun, efektivitas model *deep learning* ini sangat bergantung pada kualitas dataset yang dilabeli. Tantangan lainnya adalah ketidakseimbangan dalam dataset yang tersedia, yang cenderung menunjukkan lebih banyak kasus korosi, sehingga mempengaruhi ketepatan model dalam kondisi nyata.

(Rachman & Ratnayake, 2020), menerapkan metode pengelompokan *K-Means* dan model klasifikasi non-hierarki untuk mengelola data yang berkaitan dengan tekanan pengoperasian dan parameter lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan keunggulan penggunaan algoritma tersebut dibandingkan dengan metode manual dalam hal konsistensi dan variabilitas. Namun, keterbatasan penelitian ini terletak pada keahlian profesional para insinyur serta kurangnya

kesepakatan tentang bagaimana seharusnya *loop* korosi dikembangkan dan fitur apa saja yang harus dimasukkan.

Terakhir, (Li et al., 2021), mereka mengeksplorasi berbagai teknologi sensor canggih untuk deteksi dan pemantauan korosi. Penelitian ini berfokus pada penggunaan serat optik dan fotodetektor untuk sensing kolorimetrik, sensor film tipis berbasis *graphene*, dan *probe* elektrokimia. Penelitian ini memberikan wawasan tentang penerapan teknologi ini dalam industri penerbangan. Namun, penelitian ini juga menyoroti beberapa keterbatasan utama, seperti kurangnya stabilitas jangka panjang sensor, tantangan dalam menerapkan pemantauan *on-board* secara *real-time*, dan keterbatasan dalam memantau faktor lingkungan spesifik di lokasi tertentu, yang semua ini penting untuk diatasi dalam pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan ulasan penelitian-penelitian terdahulu, diketahui bahwa terdapat berbagai pendekatan dalam pemantauan dan deteksi korosi dengan tantangan dan keterbatasan pada masing-masing pendekatannya, mulai dari penggunaan Teknik Emisi Akustik (AE) yang memerlukan biaya tinggi dan standarisasi, hingga penerapan *Deep Learning* yang bergantung pada kualitas dataset.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan biaya dan standarisasi menggunakan sensor cerdas yang mudah diintegrasikan. Berfokus pada titik-titik rawan korosi dan kemampuan untuk menyajikan rekomendasi perbaikan segera, sistem informasi manajemen korosi tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam pemantauan korosi tetapi juga dalam respons terhadap potensi kerusakan. Inovasi

dari penelitian ini terletak pada penerapan teknologi sensor cerdas dan pemantauan data secara real-time untuk pemantauan korosi. Lebih lanjut, dengan mengintegrasikan teknologi sensor cerdas dan pemantauan data secara *real-time*, sistem ini diharapkan dapat mengatasi tantangan validasi dan pengujian di lingkungan industri yang dihadapi oleh teknologi sensor korosi sebelumnya.

## **2.2 Korosi**

Korosi merupakan reaksi elektrokimia yang menyebabkan penurunan sifat material, yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan struktural dan fungsional (Saugi, 2021). Bentuk korosi yang paling umum adalah karat, yang terjadi ketika besi atau baja bereaksi dengan oksigen dan air (Salsabillah et al., 2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi mencakup kondisi lingkungan, jenis material, dan keberadaan zat-zat kimia yang bersifat korosif (Saugi, 2021).

Pemahaman dan pengendalian korosi sangat penting dalam industri seperti konstruksi transportasi dan infrastruktur untuk memastikan umur panjang dan keamanan struktur dan komponen. Lebih lanjut, pemahaman menyeluruh tentang berbagai mekanisme korosi, seperti korosi seragam, galvanik, dan celah, sangat penting untuk mengembangkan strategi pencegahan yang efektif (Eliaz, 2019). Faktor-faktor seperti komposisi kimia material, kondisi lingkungan, dan sifat fisik material seperti kekerasan dan kepadatan, menentukan laju dan intensitas korosi (Rodionova & Amezhnov, 2019). Dampak korosi tidak hanya terbatas pada kerusakan fisik material tetapi juga mencakup kerugian ekonomi, masalah keamanan, dan dampak lingkungan. Misalnya, kerusakan pada infrastruktur seperti jembatan dan pipa dapat menimbulkan bahaya serius dan menimbulkan kerugian

ekonomi yang besar. Di industri, korosi dapat mengganggu produksi dan meningkatkan biaya perawatan (Vachlepi & Suwardin, 2016). Oleh karena itu, pengelolaan korosi yang efektif, melalui pendekatan multidisiplin, merupakan aspek penting dalam perencanaan dan pemeliharaan jangka panjang.

Al-Qur'an surat Al-Rum Ayat 41 yang berbunyi:

﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١ ﴾

*“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (QS. Ar-Rum:41)*

Surah Ar-Rum ayat 41 menjelaskan bahwa tindakan manusia telah menyebabkan kerusakan di darat dan di laut, yang mengingatkan akan tanggung jawab dalam mengelola dampak tersebut. Dalam konteks korosi, ayat ini menuntut para profesional untuk mengakui bahwa meskipun korosi merupakan fenomena yang tak terelakkan, peran mereka sebagai pengelola membutuhkan pendekatan yang bertanggung jawab untuk meminimalkan efeknya. Manajemen korosi harus dilakukan dengan strategi yang tidak hanya mengatasi degradasi material tetapi juga mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan mencakup penerapan solusi yang berbasis pengetahuan, dengan tujuan memperpanjang umur layanan infrastruktur sambil mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Pentingnya pemahaman yang mendalam tentang mekanisme korosi dan penerapan teknologi yang ramah lingkungan menjadi fokus utama dalam menerapkan strategi manajemen korosi yang dapat memastikan bahwa infrastruktur yang dibangun dan dikelola tidak hanya tahan lama dan ekonomis tetapi juga selaras dengan kewajiban untuk menjaga keseimbangan alam.

### 2.3 Manajemen Korosi

Manajemen korosi mencakup serangkaian strategi yang bertujuan mencegah, mendeteksi, dan memperbaiki kerusakan akibat korosi. Salah satu pendekatan pencegahan korosi melibatkan pemilihan material yang menunjukkan ketahanan terhadap korosi, serta desain yang meminimalkan akumulasi kelembapan dan menghilangkan celah (Li et al., 2021). Selain itu, penggunaan pelapis dan cat anti korosi telah diidentifikasi sebagai metode yang efektif untuk mencegah korosi (Chien et al., 2022). Pemilihan dan penerapan strategi ini bergantung pada kondisi operasional dan lingkungan (Sastra & Susilowati, 2022).

Deteksi dan monitoring korosi merupakan komponen penting dalam manajemen korosi. Ini melibatkan penggunaan teknologi seperti sensor korosi, dan teknik pemantauan elektrokimia. Teknologi-teknologi ini memungkinkan identifikasi awal area yang terkena korosi dan memfasilitasi perbaikan tepat waktu untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Sistem monitoring yang canggih dapat menyediakan data *real-time* dan memungkinkan pemeliharaan prediktif, yang secara signifikan mengurangi biaya dan memperpanjang umur pakai aset.

Proses mengatasi korosi melibatkan beberapa langkah penting. Setelah korosi terdeteksi, penting untuk melakukan analisis komprehensif untuk menentukan penyebab dan tingkat kerusakan. Analisis ini harus mencakup evaluasi kondisi material, lingkungan, dan faktor operasional yang berkontribusi terhadap korosi (Lucan & Jinescu, 2017). Selanjutnya, data dari kejadian korosi didokumentasikan untuk membantu dalam analisis tren dan peningkatan strategi

manajemen korosi di masa depan. Pendekatan ini membantu memastikan keberlanjutan dan keandalan jangka panjang dari infrastruktur dan aset industri.

Dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah Ayat 30 yang berbunyi:

﴿وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۗ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ۝ ٣٠﴾

*“Dan (Ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah) di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (QS. Al-Baqarah:30)*

Surah Al-Baqarah ayat 30 menggambarkan manusia sebagai “khalifah” di bumi, yang mengimplikasikan peran sebagai pengelola sumber daya dengan tanggung jawab (Rasyad, 2022). Dalam konteks manajemen korosi, konsep khalifah ini mengharuskan para praktisi untuk mengelola infrastruktur dan material dengan cara yang mencegah kerusakan dan memperpanjang umur layanan. Pengelolaan korosi bukan hanya tentang aplikasi teknis untuk memerangi degradasi material, tetapi juga memerlukan kebijaksanaan dalam pengambilan keputusan yang berbasis pengetahuan. Hal ini menekankan pentingnya memahami dinamika korosi yang kompleks dan menerapkan solusi inovatif yang tidak hanya efektif tetapi juga ramah lingkungan dan ekonomis.

## 2.4 Sistem Informasi Manajemen Korosi

Sistem Informasi Manajemen (SIM) merupakan sistem yang mengolah serta mengorganisasikan data dan informasi yang berguna untuk mendukung pelaksanaan tugas dalam suatu organisasi (Davis, 1984). SIM merupakan sistem

berbasis komputer yang mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan menyebarkan data berupa informasi yang diperlukan untuk menjalankan fungsi manajemen. Sistem ini dirancang untuk menyediakan informasi yang dipergunakan dalam perencanaan, pengendalian, pengevaluasian, dan perbaikan berkelanjutan. Menurut (Ayadi et al., 2015), sistem harus mampu mengintegrasikan pandangan yang berbeda, dari sistem informasi berbeda yang digunakan dalam tahap desain dan produksi, serta memberikan pandangan yang konsisten mengenai informasi yang mewakili keadaan sistem operasi untuk setiap aktor dalam organisasi.

Dalam konteks manajemen korosi, penerapan prinsip-prinsip SIM menjadi sangat relevan. Deteksi dini korosi memanfaatkan teknologi sensor elektrokimia yang terintegrasi dengan SIM untuk memberikan data real-time tentang kondisi yang berpotensi menyebabkan korosi. Data *real-time* memungkinkan manajemen untuk membuat keputusan berdasarkan informasi tepat waktu dan akurat (Khan et al., 2020). Selanjutnya, dalam hal strategi pencegahan korosi, SIM membantu dalam mengagregasi dan menganalisis data dari berbagai sumber untuk mengidentifikasi area risiko tinggi dan faktor lingkungan yang berkontribusi pada korosi. Sistem dapat menyediakan analisis tren dan pola yang membantu dalam pengembangan strategi pencegahan korosi yang lebih efektif (Wright et al., 2019).

Selain itu, untuk analisis data historis, SIM berperan penting dalam mengumpulkan dan mengolah informasi dari kejadian korosi sebelumnya. Dengan menyimpan data terkait insiden korosi dan tingkat keparahan, SIM memungkinkan organisasi untuk melakukan tinjauan ke belakang. Informasi ini sangat penting

dalam mengidentifikasi penyebab umum kegagalan dan area yang membutuhkan perhatian dalam pemeliharaan atau desain ulang.

Dalam Al-Qur'an surat An-Nahl Ayat 78 yang berbunyi:

﴿ وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ ۗ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ۝ ٧٨ ﴾  
 “Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun dan Dia menjadikan bagi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati nurani agar kamu bersyukur.” (QS. An-Nahl:78)

Surah An-Nahl ayat 78 mengingatkan tentang pentingnya merancang sistem yang mendukung akumulasi dan pembelajaran pengetahuan, mirip dengan bagaimana manusia menggunakan pendengaran, penglihatan, dan hati untuk memahami dunia. Ini menekankan pentingnya sistem yang tidak hanya mengumpulkan data melalui sensor cerdas tetapi juga memproses informasi menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti, memungkinkan pengguna untuk membuat keputusan yang tepat dalam mengelola korosi. Lebih lanjut, ayat ini mengajak untuk menghargai dan bersyukur atas kemampuan teknologi, mengarahkan untuk menggunakan sistem informasi manajemen korosi dengan cara yang bertanggung jawab, memastikan aksesibilitas yang luas dan mengurangi kesenjangan informasi, sehingga mendukung pengembangan yang berkelanjutan dan pertumbuhan pengetahuan yang bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat.

Lebih lanjut, penggunaan *rule-based system* dalam analisis korosi menunjukkan integrasi lanjutan antara teknologi dan prinsip manajemen. Sistem mengolah data dari berbagai sumber menggunakan seperangkat aturan yang telah ditentukan, memberikan rekomendasi untuk pengambilan keputusan yang efektif. Selain itu, integrasi teknologi seperti IoT, dan analisis data besar dalam SIM

memungkinkan pengolahan data skala besar untuk mengidentifikasi tren dan pola korosi.

## 2.5 *Rule-Based System*

Sistem berbasis aturan adalah jenis sistem pengambilan keputusan yang menangkap pengetahuan dengan kondisi dalam sistem logis. Sistem ini pada dasarnya mengidentifikasi aturan-aturan yang memiliki “kekuatan” yang diperlukan, yang diukur dengan metrik tertentu seperti dukungan dan kepercayaan. Aturan yang ditemukan menjadi inti dari sistem pendukung keputusan yang berbeda di berbagai bidang, termasuk pendidikan, akuntansi, dan pengambilan keputusan klinis (Papadopoulos et al., 2022).

Penggunaan *rule-based system* dalam manajemen korosi merupakan contoh pengembangan dari SIM, yang menggabungkan prinsip-prinsip manajemen dengan kecerdasan buatan. *Rule-based system* menambahkan kecerdasan pada SIM dengan mengolah data yang dikumpulkan melalui aturan yang telah ditentukan, memungkinkan sistem untuk tidak hanya menyimpan dan mengelola data, tetapi juga untuk membuat kesimpulan dan rekomendasi yang dapat mendukung keputusan manajerial secara lebih efisien (Saba et al., 2022). Dengan demikian, sistem berbasis aturan berfungsi sebagai komponen kunci dalam SIM yang lebih besar, yang memungkinkan analisis korosi menjadi lebih proaktif dan berbasis data.

Dalam penerapannya, *rule-based system* bekerja dengan mengintegrasikan data dari sensor dan sumber lain yang telah dijelaskan dalam SIM untuk manajemen korosi. Sistem ini menggunakan aturan yang telah dikonfigurasi untuk

mengevaluasi kondisi saat ini, kemudian menghasilkan output atau keputusan yang dapat diandalkan.

Dalam Al-Qur'an surat An-Baqarah Ayat 269 yang berbunyi:

﴿ يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَنْ يَشَاءُ ۚ وَمَنْ يُؤْتَ الْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّا أُولُو الْأَلْبَابِ ۚ ۲۶۹ ﴾

*“Dia memberikan hikmah kepada siapa yang Dia kehendaki. Barangsiapa diberi hikmah, sesungguhnya dia telah diberi kebaikan yang banyak. Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang mempunyai akal sehat.”.* (QS. Al-Baqarah:269)

Surah Al-Baqarah ayat 269 menunjukkan bahwa *rule-based system* harus dikembangkan dengan pemahaman mendalam dan hikmah yang mencerminkan pengetahuan ahli, memastikan bahwa aturan yang diterapkan akurat dan menghasilkan keputusan yang benar. Lebih lanjut, proses pengambilan keputusan oleh sistem harus dirancang untuk dapat diakses dan dimengerti oleh pengguna. Selain itu, pengembangan sistem ini harus memperhatikan etika, dengan aturan yang mengkedepankan keadilan dan kesejahteraan, sesuai dengan etika Islam. Oleh karena itu, *rule-based system* dalam lingkup penelitian ini tidak hanya tentang penerapan teknologi, tetapi juga tentang penerapan pengetahuan dan nilai-nilai yang bertanggung jawab yang sejalan dengan prinsip-prinsip Islam.

### **BAB III**

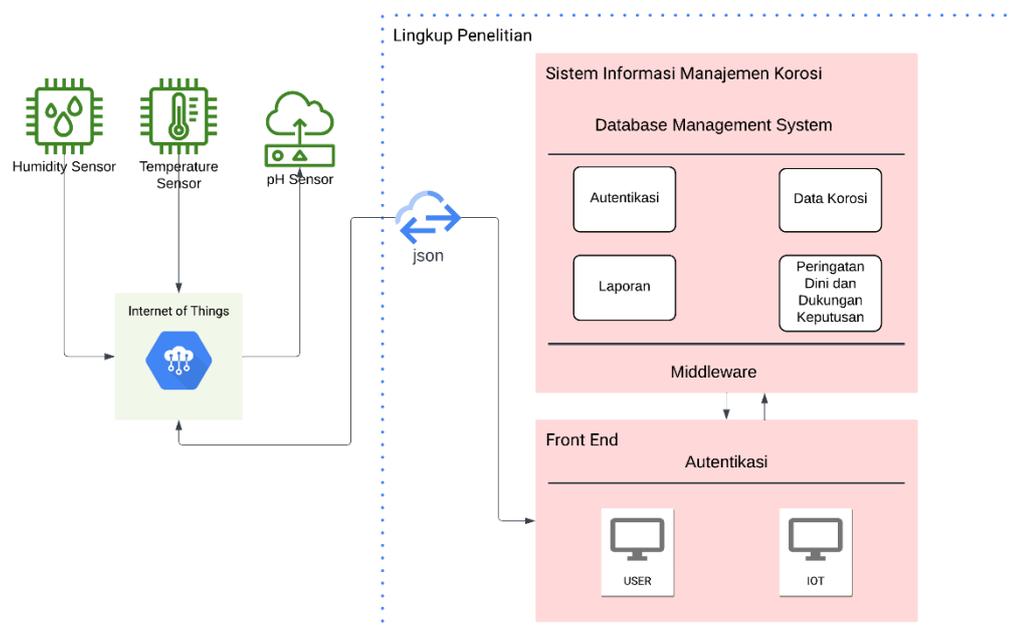
#### **DESAIN PENELITIAN**

Bab ini memaparkan desain penelitian yang diterapkan dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Korosi pada Pipa Minyak, yang bertujuan untuk mengarahkan proses pengembangan sistem sehingga sesuai dengan tujuan penelitian. Desain ini meliputi tahapan-tahapan berikut: Analisis Kebutuhan, Desain Sistem, Konstruksi, dan Uji Coba, dengan setiap tahapan dijelaskan secara rinci mulai dari analisis kebutuhan awal hingga uji coba performa sistem.

Kerangka kerja Waterfall dipilih karena mendukung pendekatan yang bertahap, memungkinkan analisis dan evaluasi menyeluruh pada setiap fase pengembangan sebelum bergerak ke fase selanjutnya (Sukanto & Salahuddin, 2011). Model ini sangat cocok untuk proyek dengan kebutuhan yang terdefinisi jelas dan proses yang berurutan.

Pada Gambar 3.1 ditunjukkan masukan dari sistem informasi manajemen korosi berasal dari pemantauan sensor yang diletakkan pada pipa minyak yang terdiri dari sensor suhu, sensor kelembapan, dan sensor pH. Kemudian, data hasil pemantauan sensor tersebut dikumpulkan oleh perangkat IoT dan diolah menjadi satu data utuh berbentuk JSON. Setelah itu, perangkat IoT berkomunikasi dengan server untuk mengirimkan data JSON yang berisi data pemantauan sensor serta *mac address* unik yang dimiliki oleh perangkat IoT. Server menerima data JSON tersebut, kemudian melakukan pengecekan terhadap *mac address* perangkat IoT apakah telah terdaftar pada sistem atau tidak. Setelah melewati proses pengecekan, sistem akan melanjutkan proses untuk melakukan pengecekan data pemantauan

sensor dengan aturan *rule based*. Pada tahap ini nilai suhu, kelembapan, dan pH akan dilakukan pengecekan apakah nilai tersebut melewati ambang batas risiko korosi atau tidak. Nilai yang melampaui ambang batas risiko korosi dicatat dan diberi label sesuai tingkat risiko, mulai dari rendah, sedang, hingga tinggi. Setelah melewati proses pengecekan *rule based*, selanjutnya data akan disimpan di *database* dan dikirim ke *website*, yang kemudian data tersebut diolah menjadi grafik dan tabel untuk memudahkan pengguna sistem memahami dan memantau kondisi.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Informasi Manajemen Korosi

### 3.1 Analisis Kebutuhan

Analisa kebutuhan merupakan tahap penting dalam pengembangan sistem. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisa untuk memahami pengguna, kebutuhan pengguna, dan bagaimana sistem dapat membantu pengguna. Proses ini meliputi:

### 3.1.1 User Persona

User persona merupakan profil yang menggambarkan kebutuhan, perilaku, dan ekspektasi pengguna. Pemahaman ini membantu peneliti untuk memfokuskan pengembangan pada kebutuhan pengguna.

Tabel 3. 1 User Persona

Peran	Kebutuhan
Analisis Korosi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melihat data korosi terkini dan historis di berbagai area.</li> <li>- Mengakses dan menganalisis data korosi dari berbagai sumber</li> <li>- Membuat laporan korosi yang komprehensif dan visual untuk dokumentasi dan analisis</li> <li>- Menerima pemberitahuan tentang risiko korosi</li> <li>- Mengidentifikasi pola dan tren korosi untuk prediksi dan mitigasi.</li> </ul>

### 3.1.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan jenis kebutuhan yang berisi proses-proses apa saja yang mampu dilakukan oleh sistem, Tabel 3.2 di bawah ini merupakan kebutuhan fungsional dari sistem yang akan dibangun berdasarkan kebutuhan pengguna sistem:

Tabel 3. 2 Kebutuhan Fungsional

Kode	Kebutuhan	Nama Fitur
FT1	Pengguna dapat masuk ke sistem dengan memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang valid.	<i>Login</i>
FT2	Pengguna dapat keluar dari sistem.	<i>Logout</i>
FT3	Kredensial pengguna tersimpan di dalam sistem.	Manajemen sesi
FT4	Pengguna dapat membuat laporan data korosi berdasarkan periode waktu tertentu.	Membuat laporan
FT5	Pengguna dapat melihat daftar laporan yang telah dibuat.	Melihat laporan
FT6	Sensor atau <i>api</i> dapat menambahkan data parameter korosi.	Input data korosi
FT7	Pengguna dapat melihat data korosi.	Melihat data korosi
FT8	Pengguna dapat menerima pemberitahuan tentang faktor risiko korosi yang baru saja terdeteksi.	Menerima pemberitahuan

### 3.1.3 Kebutuhan non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan yang menentukan atribut atau kualitas secara keseluruhan dari suatu sistem. Kebutuhan non-fungsional menempatkan batasan pada sistem yang sedang dikembangkan, dan menentukan batasan yang harus dipenuhi oleh sistem. Kebutuhan non fungsional dari sistem yang dikembangkan akan dijelaskan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Kebutuhan non fungsional

Kode	Kebutuhan	Nama Fitur
NFT1	Sistem harus dirancang untuk dapat menampilkan data korosi kepada pengguna dengan respons waktu yang singkat.	Realtime
NFT2	Sistem harus mengimplementasikan otentikasi pengguna yang kuat untuk menghindari akses yang tidak berwenang.	Keamanan
NFT3	Sistem harus dapat beroperasi dengan baik di berbagai platform dan perangkat, termasuk komputer desktop, laptop, tablet, dan smartphone.	Kompabilitas

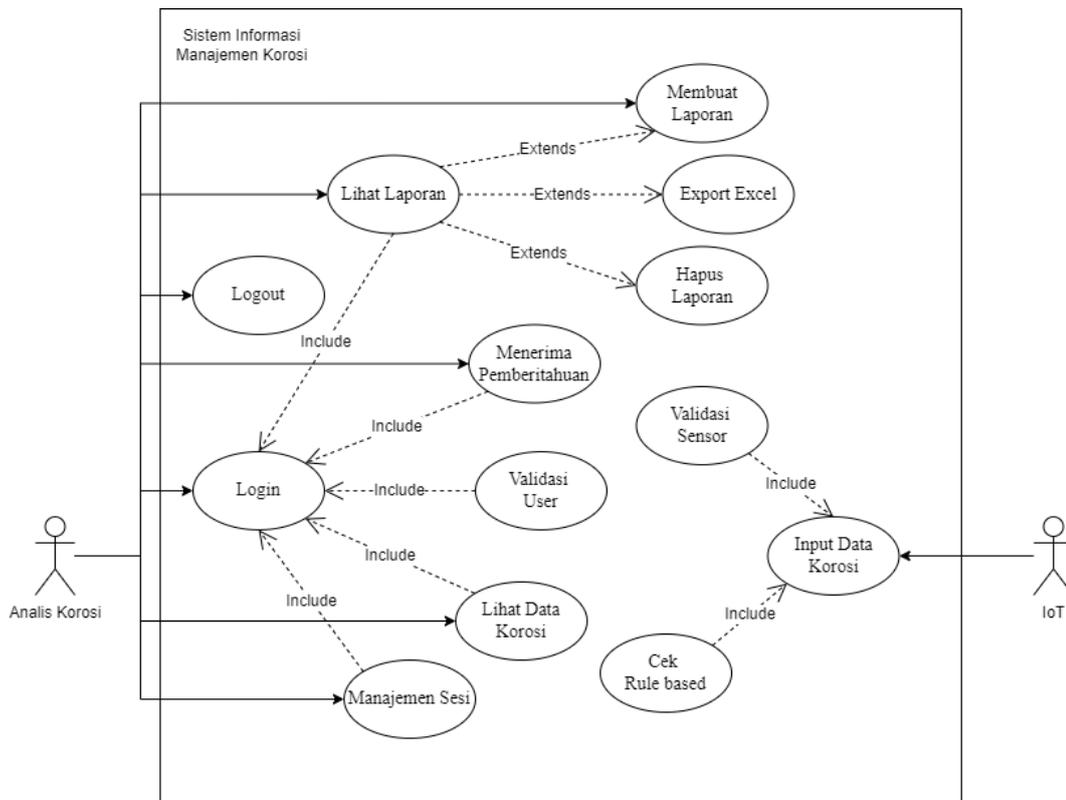
## 3.2 Desain Sistem

Desain sistem penelitian ini berfokus pada desain kebutuhan, desain input, desain proses, hingga desain pengujian yang dirancang menggunakan pemodelan UML (*Unified Modelling Language*) yang digunakan sebagai landasan untuk implementasi sistem.

### 3.2.1 Use Case

#### 3.2.1.1 Use Case Diagram

Use case diagram mendeskripsikan interaksi antar aktor di dalam sistem informasi manajemen korosi. Gambar 3.2 memvisualisasikan interaksi antara aktor dengan sistem.



Gambar 3. 2 Use Case Diagram

### 3.2.1.2 Use Case Skenario

Setiap *use case* harus dideskripsikan dalam dokumen yang disebut dokumen *flow of event*. Dokumentasi ini mendefinisikan apa yang harus dilakukan oleh sistem ketika aktor mengaktifkan *use case*.

Proses yang terjadi pada Gambar 3.2 lebih lanjut dijelaskan lebih rinci pada Tabel 3.4 – 3.11.

Tabel 3. 4 Use Case Skenario Login Valid

Use Case ID	UC1	
Nama Use Case	Login	
Aktor (s)	Analisis Korosi	
Deskripsi	Aktor dapat masuk ke sistem dengan memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> .	
Prakondisi	Aktor berada pada halaman <i>login</i> .	
Basic Flow	Kegiatan Aktor	Respons Sistem

	Langkah 1: memasukkan email dan password pada form login	Langkah 2: menampilkan email dan password yang dimasukkan aktor
	Langkah 3: mengirimkan data email dan password dengan menekan tombol sign in	Langkah 4: memverifikasi data email dan password yang dimasukkan aktor dan menampilkan pesan selamat datang bagi aktor serta mengarahkan aktor ke halaman utama
Bidang Alternatif	Alt-Langkah 4: Jika dalam verifikasi email dan password tidak sesuai maka sistem akan menampilkan pesan bahwa <i>login</i> tidak sesuai dan harus kembali ke langkah 1.	
Postkondisi	<i>Login</i> berhasil dan sistem menampilkan halaman utama <i>website</i> .	

Tabel 3. 5 Use Case Skenario Logout

<i>Use Case ID</i>	UC2	
<i>Nama Use Case</i>	<i>Logout</i>	
<i>Aktor (s)</i>	Analisis Korosi	
<i>Deskripsi</i>	Aktor dapat keluar dari sistem.	
<i>Prakondisi</i>	Aktor telah <i>login</i> .	
<i>Basic Flow</i>	<i>Kegiatan Aktor</i>	<i>Respons Sistem</i>
	Langkah 1: Menekan tombol <i>logout</i> .	Langkah 2: Merespon permintaan <i>logout</i> Aktor dan menghapus sesi yang tersimpan. Kemudian menampilkan pesan <i>logout</i> berhasil dan mengarahkan aktor ke halaman <i>login</i> .
<i>Bidang Alternatif</i>		
<i>Postkondisi</i>	<i>Logout</i> berhasil dan sistem menampilkan halaman <i>login</i> .	

Tabel 3. 6 Use Case Skenario Manajemen Sesi

<i>Use Case ID</i>	UC3	
<i>Nama Use Case</i>	Manajemen Sesi	
<i>Aktor (s)</i>	Analisis Korosi	
<i>Deskripsi</i>	Kredensial pengguna tersimpan di dalam sistem.	
<i>Prakondisi</i>	Aktor telah <i>login</i> .	
<i>Basic Flow</i>	<i>Kegiatan Aktor</i>	<i>Respons Sistem</i>
	Langkah 1: Melakukan permintaan data ketika menjelajahi <i>website</i> .	Langkah 2: Merespon permintaan Aktor dengan mengecek sesi yang dimiliki pengguna. Jika <i>refresh token</i> masih tersedia dan tidak kadaluarsa, <i>access token</i> Aktor diperbaharui.

		Kemudian mengirim data yang diminta oleh Aktor.
Bidang Alternatif	Alt-Langkah 2: Jika <i>refresh token</i> tidak tersedia atau telah kadaluarsa, Aktor diarahkan kembali ke halaman login.	
Postkondisi	<i>Access token</i> Aktor diperbarui.	

Tabel 3. 7 Use Case Membuat Laporan

<i>Use Case ID</i>	UC4	
Nama <i>Use Case</i>	Membuat Laporan	
Aktor (s)	Analisis Korosi	
Deskripsi	Aktor dapat membuat laporan data korosi berdasarkan periode waktu.	
Prakondisi	Aktor telah <i>login</i> dan berada di halaman utama.	
Basic Flow	Kegiatan Aktor	Respons Sistem
	Langkah 1: Memilih menu <i>Reports</i> .	Langkah 2: Mengarahkan aktor ke halaman <i>Reports</i> dan menampilkan <i>form</i> buat laporan.
	Langkah 3: Memasukkan tanggal awal dan tanggal akhir pada <i>form</i> buat laporan.	Langkah 4: Menampilkan tanggal awal dan tanggal akhir
	Langkah 5: Mengirim data tanggal awal dan tanggal akhir dengan menekan tombol <i>Create Report</i> .	Langkah 6: Memverifikasi data tanggal awal dan tanggal akhir yang telah diinputkan dan menampilkan pesan laporan telah dibuat serta menampilkan laporan yang baru saja dibuat oleh Aktor.
Bidang Alternatif	Alt-Langkah 6: Jika tanggal akhir lebih kecil dari tanggal awal maka sistem akan menampilkan pesan <i>error</i> dan harus kembali ke langkah 3.	
Postkondisi	Laporan telah disimpan dan sistem menampilkan daftar laporan.	

Tabel 3. 8 Use Case Skenario Melihat Laporan

<i>Use Case ID</i>	UC5	
Nama <i>Use Case</i>	Melihat Laporan	
Aktor (s)	Analisis Korosi	
Deskripsi	Aktor dapat melihat daftar laporan yang telah dibuat.	
Prakondisi	Aktor telah <i>login</i> dan berada di halaman utama.	
Basic Flow	Kegiatan Aktor	Respons Sistem
	Langkah 1: Memilih menu <i>Reports</i> .	Langkah 2: Mengarahkan Aktor ke halaman <i>reports</i> dan menampilkan daftar laporan yang telah dibuat oleh Aktor.

Bidang Alternatif	Alt-Langkah 2: Jika tidak ada laporan yang ditampilkan, maka akan menampilkan kalimat <i>No Data</i> .
Postkondisi	Sistem menampilkan daftar laporan.

Tabel 3. 9 Use Case Skenario Input Data Korosi

<i>Use Case ID</i>	UC6	
Nama Use Case	Input data korosi	
Aktor (s)	Perangkat IoT	
Deskripsi	Aktor dapat menambahkan data parameter korosi baru.	
Prakondisi		
Basic Flow	Kegiatan Aktor	Respons Sistem
	Langkah 1: Mengumpulkan dan mengirim data parameter korosi yang meliputi suhu, kelembapan, dan pH ke <i>server</i> .	Langkah 2: Memverifikasi data yang dikirim oleh Aktor dan menyimpan data ke dalam database.
Bidang Alternatif	Alt-Langkah 2: Jika verifikasi sensor gagal, maka data yang dikirim oleh Aktor tidak diproses lebih lanjut.	
Postkondisi		

Tabel 3. 10 Use Case Skenario Melihat Data Korosi

<i>Use Case ID</i>	UC7	
Nama Use Case	Melihat Data Korosi	
Aktor (s)	Analisis Korosi	
Deskripsi	Aktor dapat melihat data korosi.	
Prakondisi	Aktor telah <i>login</i> .	
Basic Flow	Kegiatan Aktor	Respons Sistem
	Langkah 1: Mengakses halaman utama	Langkah 2: Mengirim data korosi dalam bentuk JSON dan diolah menjadi grafik dan tabel untuk Aktor.
Bidang Alternatif		
Postkondisi	Aktor dapat melihat data korosi dalam bentuk grafik dan tabel.	

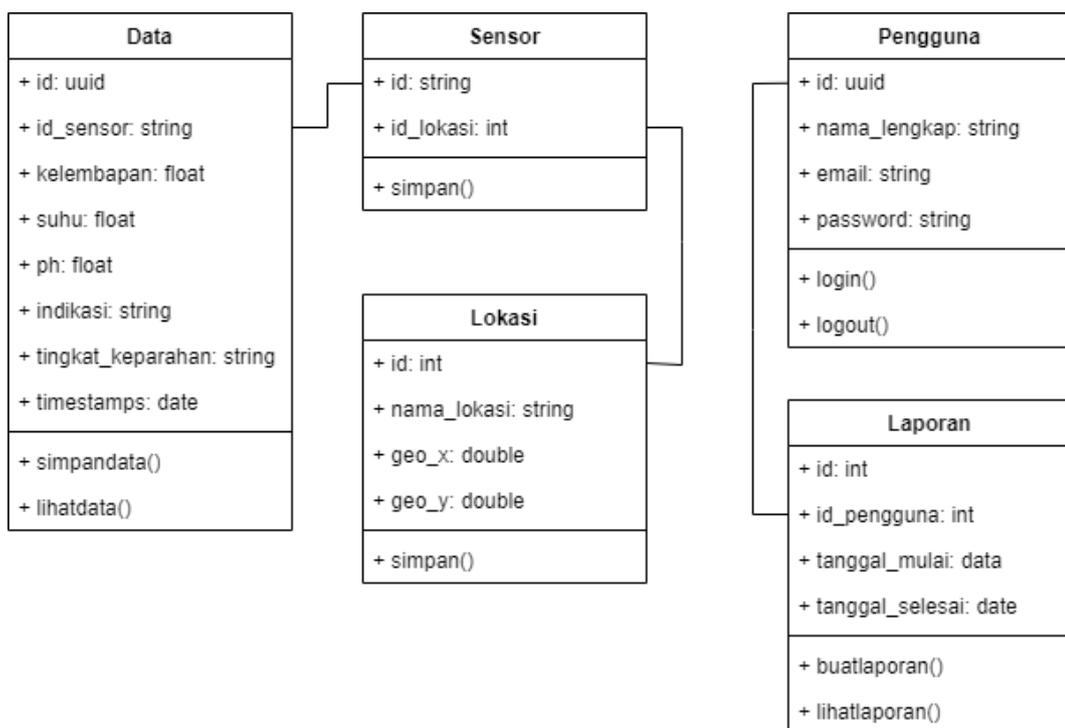
Tabel 3. 11 Use Case Skenario Menerima Pemberitahuan

<i>Use Case ID</i>	UC8	
Nama Use Case	Menerima Pemberitahuan	
Aktor (s)	Analisis Korosi	
Deskripsi	Aktor dapat menerima pemberitahuan tentang faktor risiko korosi yang baru saja terdeteksi.	
Prakondisi	Aktor telah <i>login</i> .	
Basic Flow	Kegiatan Aktor	Respons Sistem

	Langkah 1: Mengakses halaman utama	Langkah 2: Mengirim data korosi beserta status tingkat risiko dan menampilkan notifikasi berdasarkan status tingkat risiko korosi.
Bidang Alternatif	Alt-Langkah 2: Jika status tingkat korosi kosong, maka <i>website</i> tidak menampilkan notifikasi status tingkat risiko korosi.	
Postkondisi	Aktor menerima notifikasi berdasarkan status tingkat risiko korosi.	

### 3.2.2 Class Diagram

*Class* diagram merupakan salah satu jenis diagram struktur yang menggambarkan dengan jelas struktur serta deskripsi *class*, atribut, metode, dan hubungan dari setiap objek, seperti yang dijabarkan pada Gambar 3.3.



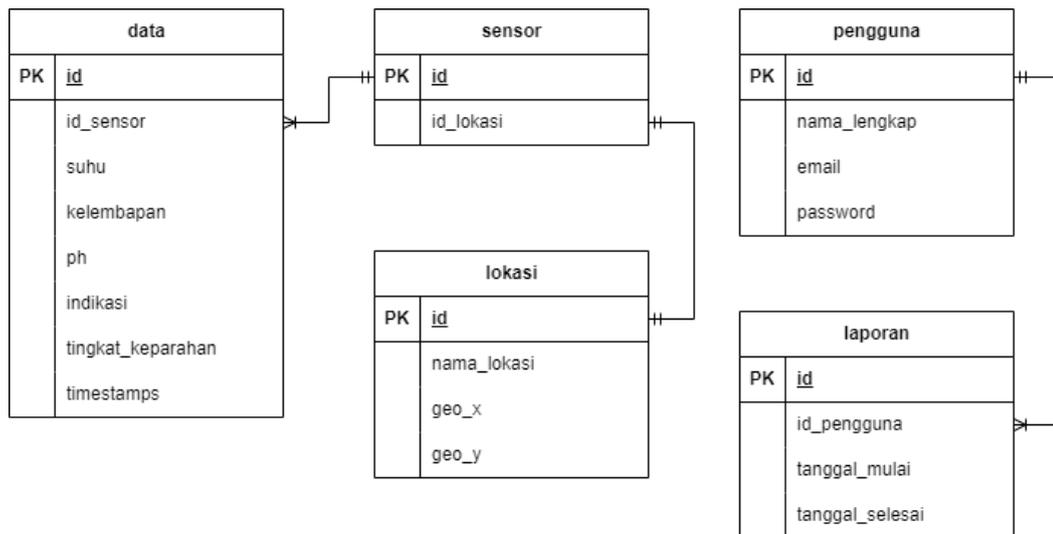
Gambar 3. 3 *Class* Diagram

### 3.2.3 Desain Database

*Database* sistem dirancang untuk dapat menampung dan mengamankan volume data yang besar, serta memungkinkan akses yang cepat dan efisien terhadap

data historis dan *real-time*. Hal ini memfasilitasi analisis yang mendalam dan penyajian data yang intuitif melalui antarmuka pengguna.

Gambar 3.4 merupakan rancangan *Entity Relationship Database* (ERD) yang akan digunakan pada sistem.



Gambar 3. 4 *Entity Relationship Database*

Sistem terdiri dari beberapa entitas, diantaranya: 1) Lokasi, mewakili lokasi sensor dan memuat informasi koordinat. 2) Sensor, mewakili setiap sensor yang digunakan serta menghubungkan dengan lokasi. 3) Data, menyimpan data pemantauan sensor, pengecekan *rule-based*, dan timestamp yang menunjukkan waktu pengambilan data. 4) Pengguna, mewakili setiap pengguna sistem. 5) Laporan, mewakili laporan yang dibuat berdasarkan rentang waktu tertentu.

Entitas-entitas tersebut terhubung satu sama lain dengan beberapa hubungan, seperti: 1) Sensor terhubung dengan Data dengan hubungan *one-to-many*, yang berarti satu sensor lokasi dapat memiliki banyak data. 2) Sensor terhubung dengan Lokasi dengan hubungan *one-to-one*, yang berarti satu lokasi hanya memiliki satu sensor, dan sebaliknya. 3) Laporan terhubung dengan

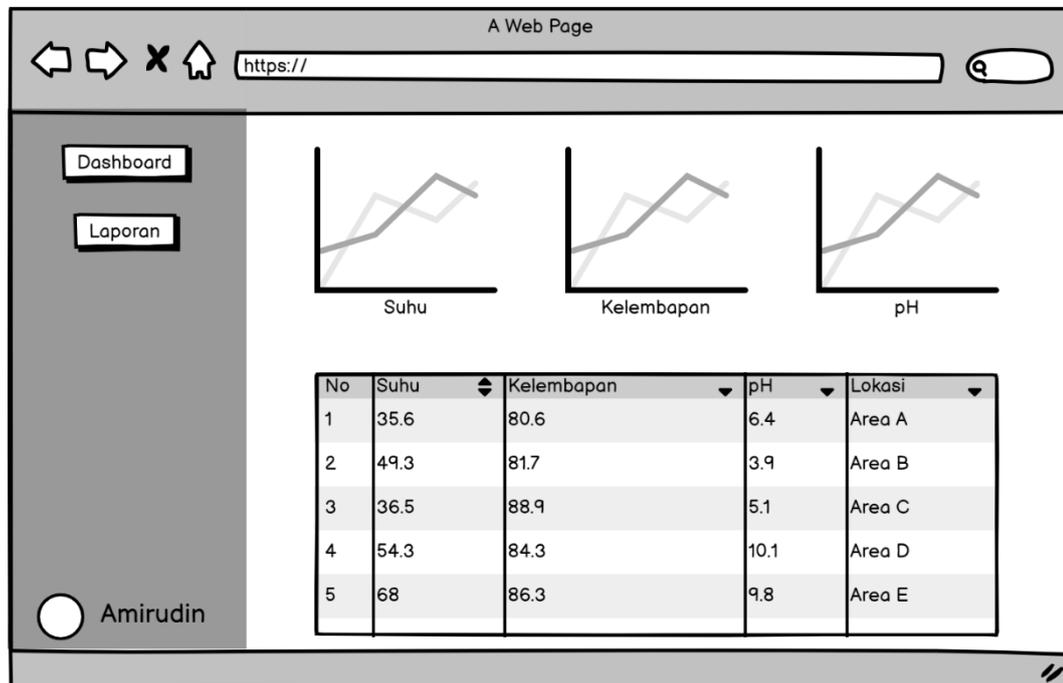
Pengguna dengan hubungan *many-to-one*, yang berarti satu pengguna dapat memiliki banyak laporan.

### 3.2.4 Desain *User Interface*

Pengembangan antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa data yang kompleks dapat dipahami dengan mudah oleh pengguna. Desain UI harus memungkinkan visualisasi data yang efektif dan memastikan bahwa pengguna, baik teknisi maupun manajer, dapat menginterpretasikan dan bertindak berdasarkan data yang disajikan, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang tepat waktu. Rancangan desain antarmuka pengguna ditampilkan pada Gambar 3.5 dan 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.5 *Mockup* halaman login



Gambar 3. 6 Mockup halaman utama

### 3.2.5 Desain Algoritma

#### 3.2.5.1 Data

Sistem menerima data dalam format JSON yang dikirim oleh perangkat IoT yang diletakkan di sekitar pipa minyak yang berkomunikasi dengan server melalui protokol *http*. Data JSON berisi informasi tentang mac address perangkat IoT, nilai kelembapan, suhu, dan pH. Nilai kelembapan menunjukkan kadar air di udara, yang dapat diukur dalam persen. Suhu menunjukkan tingkat panas atau dinginnya udara sekitar, yang diukur dalam satuan derajat Celcius, serta pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasahan. Berikut merupakan contoh data yang dikirim ke server dalam bentuk JSON.

### 3.1 Contoh input format JSON

```
{  
  "id_sensor": "FC:F5:C4:97:2B:5E",  
  "suhu": 56.4,  
  "kelembapan": 82.2,  
  "ph": 5.6  
}
```

### 3.2.5.2 Rule Based

Sistem menggunakan metode *rule-based* untuk menganalisis data JSON yang diinputkan. Metode ini memanfaatkan serangkaian aturan yang telah ditentukan untuk mendeteksi faktor risiko korosi. Aturan-aturan ini didasarkan pada pengetahuan tentang berbagai faktor yang dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya korosi, seperti: kelembapan, suhu, pH. Aturan ini juga didasarkan pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. (Husbani et al., 2022) menyebutkan bahwa hasil laju korosi dalam rentang kelembapan 80% sampai 90% menunjukkan bahwa semakin tinggi kelembapan maka semakin besar juga laju korosinya. Suhu juga merupakan parameter yang dapat memengaruhi laju korosi. Pada penelitian (Royani, 2021), hasil laju korosi baja karbon pada media air laut bersuhu 50°C ternyata lebih tinggi (14,53 mpy) daripada pada media air laut bersuhu 37°C (11,91 mpy) sehingga dapat disimpulkan bahwa kenaikan suhu dapat meningkatkan proses reaksi korosi sehingga laju korosi tinggi. (Fahlafi et al., 2019) menyebutkan bahwa semakin rendah nilai pH atau semakin asam kondisi lingkungan, maka laju korosi akan semakin besar dan sebaliknya jika pH dalam kondisi basa maka laju korosi akan semakin kecil.

Berdasarkan data tersebut, didapatkan nilai ambang batas pada masing-masing faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya korosi seperti yang tertera pada Tabel 3.12 berikut:

Tabel 3. 12 Ambang batas parameter

No.	Parameter	Ambang Batas
1	Kelembapan	>80%
2	Suhu	>50C
3	pH	<7

Berdasarkan informasi nilai ambang batas tersebut, aturan yang dapat diterapkan dalam *rule-based system* dijabarkan pada Tabel 3.13 berikut.

Tabel 3. 13 Rule Based

No	Aturan
1	<i>if (kelembapan &lt; 80) and (suhu &lt; 50) and (ph &gt; 7) then (tingkat_korosi = "")</i>
2	<i>if (kelembapan &lt; 80) and (suhu &lt; 50) and (ph &lt; 7) then (tingkat_korosi = "rendah")</i>
3	<i>if (kelembapan &lt; 80) and (suhu &gt; 50) and (ph &gt; 7) then (tingkat_korosi = "rendah")</i>
4	<i>if (kelembapan &lt; 80) and (suhu &gt; 50) and (ph &lt; 7) then (tingkat_korosi = "sedang")</i>
5	<i>if (kelembapan &gt; 80) and (suhu &lt; 50) and (ph &gt; 7) then (tingkat_korosi = "rendah")</i>
6	<i>if (kelembapan &gt; 80) and (suhu &lt; 50) and (ph &lt; 7) then (tingkat_korosi = "sedang")</i>
7	<i>if (kelembapan &gt; 80) and (suhu &gt; 50) and (ph &gt; 7) then (tingkat_korosi = "sedang")</i>
8	<i>if (kelembapan &gt; 80) and (suhu &gt; 50) and (ph &lt; 7) then (tingkat_korosi = "tinggi")</i>

### 3.2.6 Desain Uji Coba

Dalam tahap uji coba, Sistem Informasi Manajemen Korosi dievaluasi untuk memastikan bahwa semua kebutuhan fungsional terpenuhi. Uji coba dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan, kekurangan, atau *bug* dalam sistem sebelum diimplementasikan secara luas. Adapun metode pengujian yang akan digunakan yaitu metode pengujian *black box* dan pengujian *rule-based system*.

### 3.2.6.1 Black Box Testing

Blackbox *testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang fokus pada perilaku dan fungsi eksternal, tanpa mempertimbangkan struktur internal, desain, atau implementasi sistem (Parlika et al., 2020). Pendekatan ini berbasis pada spesifikasi dan kebutuhan sistem, di mana pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan (Fikri et al., 2024). Teknik ini sangat efektif untuk mengevaluasi Sistem Informasi Manajemen Korosi karena memungkinkan penilai untuk fokus pada *output* sistem berdasarkan *input* yang diberikan, tanpa perlu mengetahui bagaimana dan apa yang terjadi di dalam sistem. Skenario pengujian *black box* dijabarkan pada Tabel 3.14 - 3.32 berikut ini.

Tabel 3. 14 *Test Case Scenario* TC1.1

<i>Test Case ID</i>	TC1.1
Nama <i>Use Case</i>	<i>Login</i>
<i>Test Scenario</i>	Pengguna melakukan <i>login</i> dengan kredensial yang valid
Prakondisi	Pengguna berada di halaman login
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Email: dzikri@gmail.com</li> <li>- Password: password</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan email dan password pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan email dan password</li> <li>- Pengguna menekan tombol sign in</li> <li>- Sistem memverifikasi email, password, dan mengarahkan pengguna ke halaman utama.</li> </ul>
Output yang diharapkan	Pengguna berhasil login dan diarahkan ke halaman utama.

Tabel 3. 15 *Test Case Scenario* TC1.2

<i>Test Case ID</i>	TC1.2
Nama <i>Use Case</i>	<i>Login</i>
<i>Test Scenario</i>	Pengguna melakukan <i>login</i> dengan email salah dan password benar
Prakondisi	Pengguna berada di halaman login
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Email: dzikri123@gmail.com</li> <li>- Password: password</li> </ul>

Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan email dan password pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan email dan password</li> <li>- Pengguna menekan tombol sign in</li> <li>- Sistem memverifikasi data email, password, dan menampilkan pesan error</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan error akun tidak ditemukan.

Tabel 3. 16 *Test Case Scenario* TC1.3

<i>Test Case ID</i>	TC1.3
Nama <i>Use Case</i>	<i>Login</i>
<i>Test Scenario</i>	Pengguna melakukan <i>login</i> dengan email benar dan password salah
Prakondisi	Pengguna berada di halaman login
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Email: dzikri@gmail.com</li> <li>- Password: password123</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> pada <i>form</i> yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan email dan password</li> <li>- Pengguna menekan tombol sign in</li> <li>- Sistem memverifikasi data email, password, dan menampilkan pesan error</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan <i>error email</i> atau <i>password</i> salah.

Tabel 3. 17 *Test Case Scenario* TC1.4

<i>Test Case ID</i>	TC1.4
Nama <i>Use Case</i>	<i>Login</i>
<i>Test Scenario</i>	Pengguna melakukan <i>login</i> dengan email kosong dan password benar
Prakondisi	Pengguna berada di halaman login
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Email:</li> <li>- Password: password</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan email dan password pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan email dan password</li> <li>- Pengguna menekan tombol sign in</li> <li>- Sistem menampilkan pesan error</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan error email harus diisi.

Tabel 3. 18 *Test Case Scenario* TC1.5

<i>Test Case ID</i>	TC1.5
Nama <i>Use Case</i>	<i>Login</i>
<i>Test Scenario</i>	Pengguna melakukan <i>login</i> dengan email benar dan password kosong.
Prakondisi	Pengguna berada di halaman login

Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Email: dzikri@gmail.com</li> <li>- Password:</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan email dan password pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan email dan password</li> <li>- Pengguna menekan tombol sign in</li> <li>- Sistem menampilkan pesan error</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan error password harus diisi.

Tabel 3. 19 *Test Case Scenario* TC2.1

<i>Test Case ID</i>	TC2.1
Nama <i>Use Case</i>	<i>Logout</i>
<i>Test Scenario</i>	Pengguna <i>logout</i> dari sistem melalui halaman utama.
Prakondisi	Pengguna telah <i>login</i> .
Input	
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna masuk ke halaman utama</li> <li>- Sistem menampilkan halaman utama</li> <li>- Pengguna menekan tombol <i>logout</i></li> <li>- Sistem memproses dan mengarahkan pengguna ke halaman <i>login</i></li> </ul>
Output yang diharapkan	Pengguna diarahkan ke halaman <i>login</i>

Tabel 3. 20 *Test Case Scenario* TC3.1

<i>Test Case ID</i>	TC3.1
Nama <i>Use Case</i>	Manajemen Sesi
<i>Test Scenario</i>	Pengguna menutup browser dan membuka kembali
Prakondisi	Pengguna telah <i>login</i>
Input	
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna menutup <i>browser</i> yang digunakan untuk mengakses <i>website</i></li> <li>- Pengguna membuka kembali <i>browser</i> dan kemudian membuka halaman utama <i>website</i></li> </ul>
Output yang diharapkan	Sesi pengguna tetap tersimpan dan pengguna bisa mengakses halaman utama tanpa <i>login</i> .

Tabel 3. 21 *Test Case Scenario* TC3.2

<i>Test Case ID</i>	TC3.2
Nama <i>Use Case</i>	Manajemen Sesi
<i>Test Scenario</i>	Pengguna tidak melakukan aktivitas apapun di dalam website selama 5 menit.
Prakondisi	Pengguna telah <i>login</i>
Input	
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistem memantau aktivitas pengguna</li> <li>- Jika tidak ada aktivitas selama 5 menit, sistem mengakhiri sesi pengguna</li> </ul>

Output yang diharapkan	Sesi pengguna berakhir dan diarahkan ke halaman <i>login</i> .
------------------------	--

Tabel 3. 22 Test Case Scenario TC4.1

<i>Test Case ID</i>	TC4.1
Nama Use Case	Membuat Laporan
<i>Test Scenario</i>	Pengguna membuat laporan dengan data yang valid
Prakondisi	Pengguna telah login dan berada di halaman <i>reports</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanggal awal: 22/08/2024</li> <li>- Tanggal akhir: 22/09/2024</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan tanggal awal dan tanggal akhir pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan tanggal awal dan tanggal akhir</li> <li>- Pengguna menekan tombol <i>create report</i></li> <li>- Sistem memproses dan menampilkan pesan berhasil</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan berhasil membuat laporan dan menampilkan laporan korosi

Tabel 3. 23 Test Case Scenario TC4.2

<i>Test Case ID</i>	TC4.2
Nama Use Case	Membuat Laporan
<i>Test Scenario</i>	Pengguna membuat laporan dengan tanggal akhir lebih kecil dari tanggal awal
Prakondisi	Pengguna telah login dan berada di halaman <i>reports</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanggal awal: 22/08/2024</li> <li>- Tanggal akhir: 22/07/2024</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan tanggal awal dan tanggal akhir pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan tanggal awal dan tanggal akhir</li> <li>- Pengguna menekan tombol <i>create report</i></li> <li>- Sistem memproses dan menampilkan pesan error</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan error tanggal akhir harus setelah tanggal awal

Tabel 3. 24 Test Case Scenario TC4.3

<i>Test Case ID</i>	TC4.3
Nama Use Case	Membuat Laporan
<i>Test Scenario</i>	Pengguna membuat laporan dengan tanggal awal kosong dan tanggal akhir benar
Prakondisi	Pengguna telah login dan berada di halaman <i>reports</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanggal awal:</li> <li>- Tanggal akhir: 22/09/2024</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan tanggal awal dan tanggal akhir pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan tanggal awal dan tanggal akhir</li> <li>- Pengguna menekan tombol <i>create report</i></li> </ul>

	- Sistem menampilkan pesan error
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan error tanggal awal tidak boleh kosong

Tabel 3. 25 *Test Case Scenario* TC4.4

<i>Test Case ID</i>	TC4.4
Nama <i>Use Case</i>	Membuat Laporan
<i>Test Scenario</i>	Pengguna membuat laporan dengan tanggal awal benar dan tanggal akhir kosong
Prakondisi	Pengguna telah login dan berada di halaman <i>reports</i>
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanggal awal: 22/08/2024</li> <li>- Tanggal akhir:</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memasukkan tanggal awal dan tanggal akhir pada form yang disediakan</li> <li>- Sistem menampilkan tanggal awal dan tanggal akhir</li> <li>- Pengguna menekan tombol <i>create report</i></li> <li>- Sistem menampilkan pesan error</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan pesan error tanggal akhir harus diisi.

Tabel 3. 26 *Test Case Scenario* TC5.1

<i>Test Case ID</i>	TC5.1
Nama <i>Use Case</i>	Melihat Laporan
<i>Test Scenario</i>	Pengguna melihat laporan yang telah dibuat
Prakondisi	Pengguna telah login dan berada di halaman utama
Input	
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna membuka halaman <i>reports</i></li> <li>- Sistem menampilkan halaman <i>reports</i> beserta daftar laporan</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan daftar laporan sesuai tanggal pembuatan

Tabel 3. 27 *Test Case Scenario* TC6.1

<i>Test Case ID</i>	TC6.1
Nama <i>Use Case</i>	Input Data Korosi
<i>Test Scenario</i>	Sensor / <i>api client</i> mengirimkan data parameter korosi dengan id sensor benar
Prakondisi	
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- id_sensor: FC:F5:C4:97:2B:5E,</li> <li>- suhu: 56.4,</li> <li>- kelembapan: 82.2,</li> <li>- ph: 5.6</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor / <i>api client</i> mengirimkan data ke <i>server</i></li> <li>- Sistem menyimpan data ke database dan mengirim respon berhasil menambah data</li> </ul>
Output yang diharapkan	Data tersimpan di database dan menampilkan respon sukses

Tabel 3. 28 Test Case Scenario TC6.2

<i>Test Case ID</i>	TC6.2
<i>Nama Use Case</i>	Input Data Korosi
<i>Test Scenario</i>	Sensor / <i>api client</i> mengirimkan data parameter korosi dengan id sensor salah
Prakondisi	
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- id_sensor: FC:F5:C4:97:2B:90,</li> <li>- suhu: 56.4,</li> <li>- kelembapan: 82.2,</li> <li>- ph: 5.6</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor / <i>api client</i> mengirimkan data ke <i>server</i></li> <li>- Sistem mengirim respon error sensor tidak valid</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem mengembalikan respon error sensor tidak valid

Tabel 3. 29 Test Case Scenario TC7.1

<i>Test Case ID</i>	TC7.1
<i>Nama Use Case</i>	Melihat Data Korosi
<i>Test Scenario</i>	Pengguna dapat melihat grafik data korosi
Prakondisi	Pengguna telah login dan berada di halaman utama
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filter waktu: bulanan</li> <li>- Filter lokasi: Area P</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna memilih filter grafik</li> <li>- Sistem menampilkan data sesuai filter pengguna dalam bentuk grafik</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan grafik dengan data yang sesuai dengan filter

Tabel 3. 30 Test Case Scenario TC7.2

<i>Test Case ID</i>	TC7.2
<i>Nama Use Case</i>	Melihat Data Korosi
<i>Test Scenario</i>	Pengguna dapat melihat tabel data korosi
Prakondisi	Pengguna telah login dan berada di halaman utama
Input	
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna melihat tabel data korosi</li> <li>- Sistem menampilkan tabel yang berisi data parameter korosi berdasarkan waktu terbaru</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem menampilkan tabel data parameter korosi

Tabel 3. 31 Test Case Scenario TC8.1

<i>Test Case ID</i>	TC8.1
<i>Nama Use Case</i>	Menerima Pemberitahuan
<i>Test Scenario</i>	Sistem mengirimkan status tingkat risiko korosi
Prakondisi	Pengguna telah login
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- id_sensor: FC:F5:C4:97:2B:5E,</li> <li>- suhu: 56.4,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kelembapan: 82.2,</li> <li>- ph: 5.6</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna berada di halaman utama</li> <li>- Sistem menampilkan halaman utama</li> <li>- Sensor / <i>api client</i> mengirimkan data parameter korosi</li> <li>- Sistem memeriksa nilai parameter korosi dan memberikan peringatan</li> </ul>
Output yang diharapkan	Pengguna menerima pemberitahuan yang berisi tingkat risiko korosi dan lokasi

Tabel 3. 32 *Test Case Scenario* TC8.2

<i>Test Case ID</i>	TC8.2
Nama <i>Use Case</i>	Menerima Pemberitahuan
<i>Test Scenario</i>	Sistem tidak mengirimkan status tingkat risiko korosi
Prakondisi	Pengguna telah login
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>- id_sensor: FC:F5:C4:97:2B:5E,</li> <li>- suhu: 28.4,</li> <li>- kelembapan: 52.2,</li> <li>- ph: 7.6</li> </ul>
Alur pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengguna berada di halaman utama</li> <li>- Sistem menampilkan halaman utama</li> <li>- Sensor / <i>api client</i> mengirimkan data parameter korosi</li> <li>- Sistem memeriksa nilai parameter korosi dan tidak ada indikasi korosi</li> </ul>
Output yang diharapkan	Sistem tidak mengirimkan pemberitahuan

### 3.2.6.2 Pengujian Rule-based System

Rule-based system merupakan komponen penting dalam Sistem Informasi Manajemen Korosi, dimana sistem mengambil keputusan berdasarkan serangkaian aturan yang telah ditentukan. Pengujian pada rule-based system penting dilakukan untuk memastikan bahwa semua aturan diterapkan dengan benar dan menghasilkan keputusan yang tepat berdasarkan input yang diberikan. Pengujian dilakukan berdasarkan aturan yang telah ditentukan pada Tabel 3.13 dengan menggunakan beberapa kombinasi nilai seperti yang tertera pada Tabel 3.33 berikut ini.

Tabel 3. 33 Skenario Pengujian *Rule-based System*

No.	Parameter	Nilai	Hasil yang diharapkan
1	Kelembapan, Suhu, pH	56%, 33°C, 8	Sistem tidak memberikan peringatan.

No.	Parameter	Nilai	Hasil yang diharapkan
2	Kelembapan, Suhu, pH	56%, 33°C, 4	Sistem memberikan peringatan faktor risiko korosi.
3	Kelembapan, Suhu, ph	56%, 63°C, 8	Sistem memberikan peringatan faktor risiko korosi.
4	Kelembapan, Suhu, ph	56%, 63°C, 4	Sistem memberikan peringatan faktor risiko korosi dan rekomendasi untuk melakukan pengecekan.
5	Kelembapan, Suhu, ph	86%, 33°C, 8	Sistem memberikan peringatan faktor risiko korosi.
6	Kelembapan, Suhu, ph	86%, 33°C, 5	Sistem memberikan peringatan faktor risiko korosi dan rekomendasi untuk melakukan pengecekan.
7	Kelembapan, Suhu, pH	87%, 58°C, 9	Sistem memberikan peringatan faktor risiko korosi dan rekomendasi untuk melakukan pengecekan.
8	Kelembapan, Suhu, ph	86%, 63°C, 5	Sistem memberikan peringatan faktor risiko korosi dan rekomendasi untuk melakukan pengecekan lebih lanjut.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

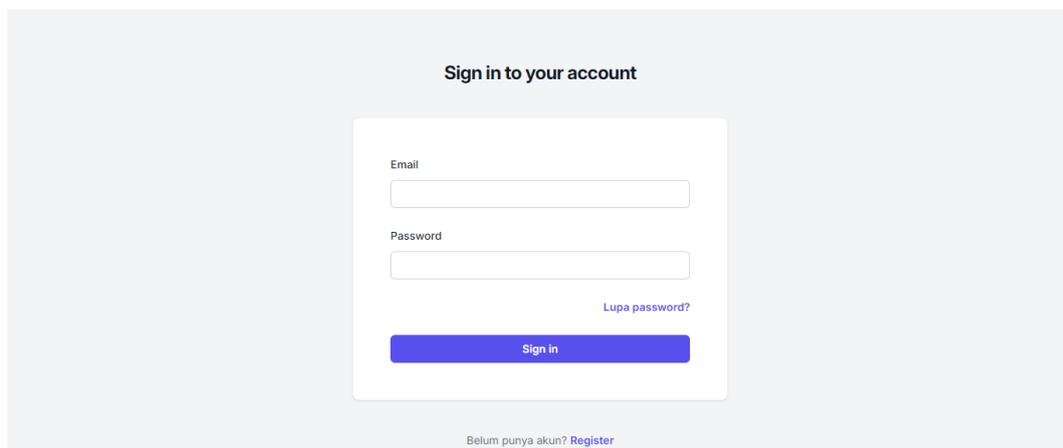
#### 4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahapan penerapan hasil rancangan sistem informasi manajemen korosi yang telah dibuat ke *web server* dengan tujuan untuk melihat apakah rancangan yang telah dibuat berhasil dijalankan.

##### 4.1.1 Implementasi Fitur

Implementasi fitur merupakan tahap penerapan hasil analisis kebutuhan fungsional yang telah dibuat untuk memastikan apakah sistem telah sesuai dengan kebutuhan fungsional. Gambar 4.1 – 4.6 merupakan tampilan sistem informasi manajemen korosi yang telah diimplementasikan dan dijalankan pada *web server*:

###### 4.1.1.1 Tampilan Halaman *Login*



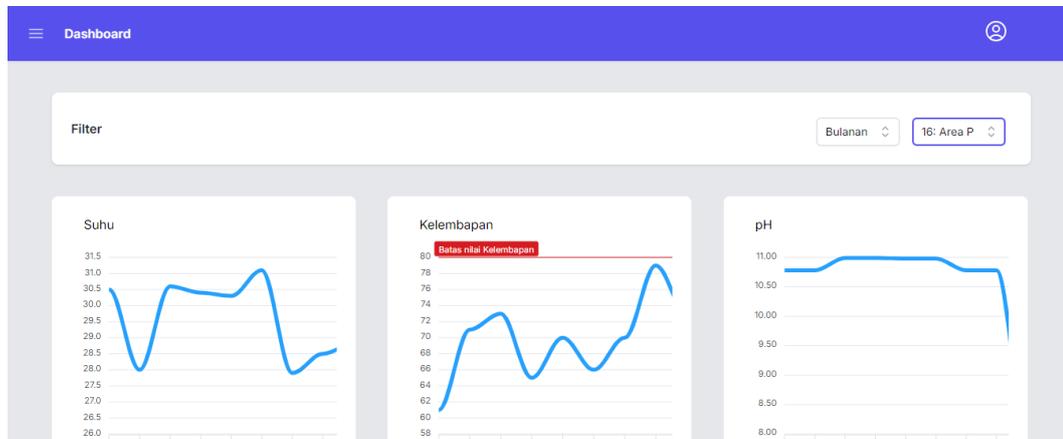
The image shows a login form with the following elements:

- Title: Sign in to your account
- Input field: Email
- Input field: Password
- Link: Lupa password?
- Button: Sign in
- Footer: Belum punya akun? Register

Gambar 4. 1 Tampilan Halaman *Login*

Pada Gambar 4.1 ditampilkan halaman *login* yang berisi dua *field input* email dan password yang wajib diisi oleh pengguna dan satu tombol *sign in*.

### 4.1.1.2 Tampilan Halaman Utama



Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Utama

Halaman utama yang ditampilkan pada Gambar 4.2 memiliki opsi filter data korosi berdasarkan waktu: harian, mingguan, dan bulanan; dan lokasi, yang kemudian hasilnya ditampilkan melalui grafik. Selain grafik juga terdapat tabel pada halaman utama yang menampilkan data korosi secara detail.

### 4.1.1.3 Tampilan Grafik



Gambar 4. 3 Tampilan Grafik

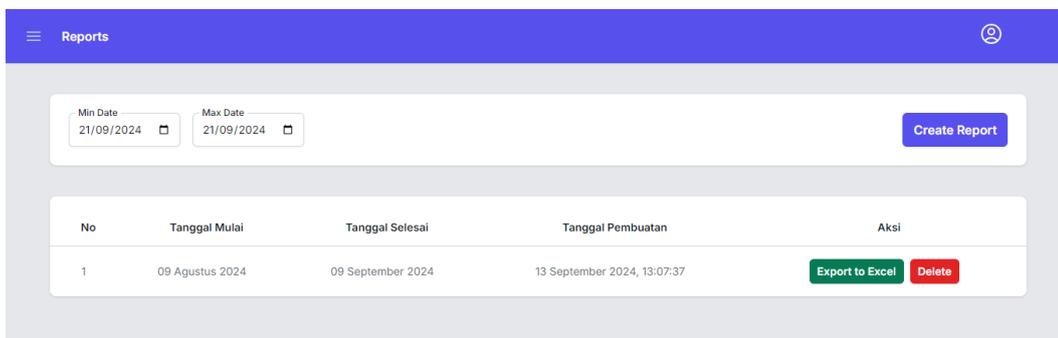
Pada Gambar 4.3 terdapat 3 buah grafik yang masing-masing grafik menampilkan data faktor korosi yang berbeda, seperti suhu, kelembapan, dan ph.

#### 4.1.1.4 Tampilan Tabel

No	Suhu	Kelembapan	pH	Lokasi	Waktu
1	26.6	59	8.85	Area P	21 September 2024, 08:45:17
2	26.6	58	6.1	Area P	21 September 2024, 08:15:15
3	26.8	58	3.23	Area P	21 September 2024, 07:45:13
4	62.62	89.14	7.3	Area O	21 September 2024, 07:18:50
5	65.08	65.97	5.57	Area O	21 September 2024, 07:18:48
6	63.56	71.95	11.19	Area O	21 September 2024, 07:18:47
7	44.93	82.61	6.51	Area O	21 September 2024, 07:15:36
8	49.75	68.93	5.1	Area O	21 September 2024, 07:15:35
9	57.75	71.34	11.58	Area O	21 September 2024, 07:15:33
10	41.51	86.09	4.93	Area O	21 September 2024, 07:15:32
11	42.07	76.61	12.37	Area O	21 September 2024, 07:15:31
12	26.5	58	7.8	Area P	21 September 2024, 07:15:11
13	37.95	75.6	3.16	Area O	21 September 2024, 07:14:19
14	53.5	73.71	7.85	Area O	21 September 2024, 07:14:18
15	68.57	73.56	9.73	Area O	21 September 2024, 07:14:17

Gambar 4. 4 Tampilan Tabel

#### 4.1.1.5 Tampilan Halaman *Report*

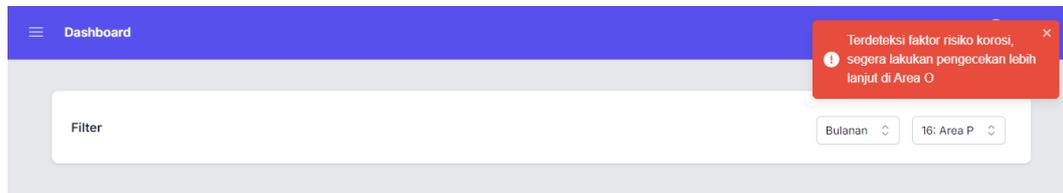


No	Tanggal Mulai	Tanggal Selesai	Tanggal Pembuatan	Aksi
1	09 Agustus 2024	09 September 2024	13 September 2024, 13:07:37	Export to Excel Delete

Gambar 4. 5 Tampilan Halaman *Report*

Halaman *report* yang ditampilkan pada Gambar 4.5 memiliki dua bagian, bagian pertama terdapat kolom input tanggal awal dan tanggal akhir serta tombol untuk membuat laporan. Kemudian pada bagian kedua terdapat daftar laporan yang telah dibuat oleh pengguna yang bersangkutan.

#### 4.1.1.6 Tampilan Peringatan Risiko Korosi



Gambar 4. 6 Tampilan Peringatan Risiko Korosi

Status peringatan faktor risiko korosi yang tertera pada Gambar 4.6 dibagi menjadi beberapa tingkatan yaitu: rendah, sedang, dan tinggi. Peringatan akan muncul ketika salah satu parameter hingga semua parameter korosi melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

#### 4.1.2 Implementasi *Database*

Implementasi *database* merupakan tahap penerapan *database* pada sistem informasi manajemen korosi yang telah dibuat menggunakan DBMS PostgreSQL.

Gambar 4.7 – 4.11 berikut merupakan tabel *database* yang digunakan:

Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?	Default
id	uuid			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
nama_lengkap	character varying	255		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
email	character varying	255		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
password	character varying	255		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
refresh_token	character varying	255		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
createdAt	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
updatedAt	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Gambar 4. 7 Tabel Database User

Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?	Default
id	integer			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	nextval('lokasis_id_seq':regclass)
nama_lokasi	character varying	255		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
geo_x	double precision			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
geo_y	double precision			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
created_at	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
updated_at	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Gambar 4. 8 Tabel Database Lokasi

Columns							
	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?	Default
	id	character varying	255		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	id_lokasi	integer			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	created_at	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	updated_at	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Gambar 4. 9 Tabel Database Sensor

Columns							
	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?	Default
	id	uuid			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	id_sensor	character varying	255		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	suhu	double precision			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	kelembapan	double precision			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	ph	double precision			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	indikasi	character varying	255		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	tingkat_keparahan	character varying	255		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	created_at	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	updated_at	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Gambar 4. 10 Tabel Database Data

Columns							
	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?	Default
	id	integer			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	nextval("Laporans_id_seq"::regclass)
	id_pengguna	uuid			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	tanggal_mulai	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	tanggal_selesai	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	createdAt	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	updatedAt	timestamp with time zone			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Gambar 4. 11 Tabel Database Laporan

### 4.1.3 Implementasi *Input/Output*

Implementasi *input/output* merupakan tahap penerapan *input/output* pada desain sistem yang telah dibuat sebelumnya. Berikut merupakan *input* dan *output* pada sistem informasi manajemen korosi:

#### 4.1 Data *input* sensor

```
{
  "id_sensor": "b5:fb:92:03:ec:58",
  "suhu": 56.4,
  "kelembapan": 62.2,
  "ph": 7.6
}
```

## 4.2 Data output sistem

```

{
  "status": "success",
  "code": 201,
  "message": "Berhasil menambahkan data sensor",
  "data": {
    "id": "7b816952-397e-41b2-9c9c-b945abf6440f",
    "suhu": 56.4,
    "kelembapan": 62.2,
    "ph": 7.6,
    "id_lokasi": 15
  }
}

```

## 4.2 Hasil Pengujian

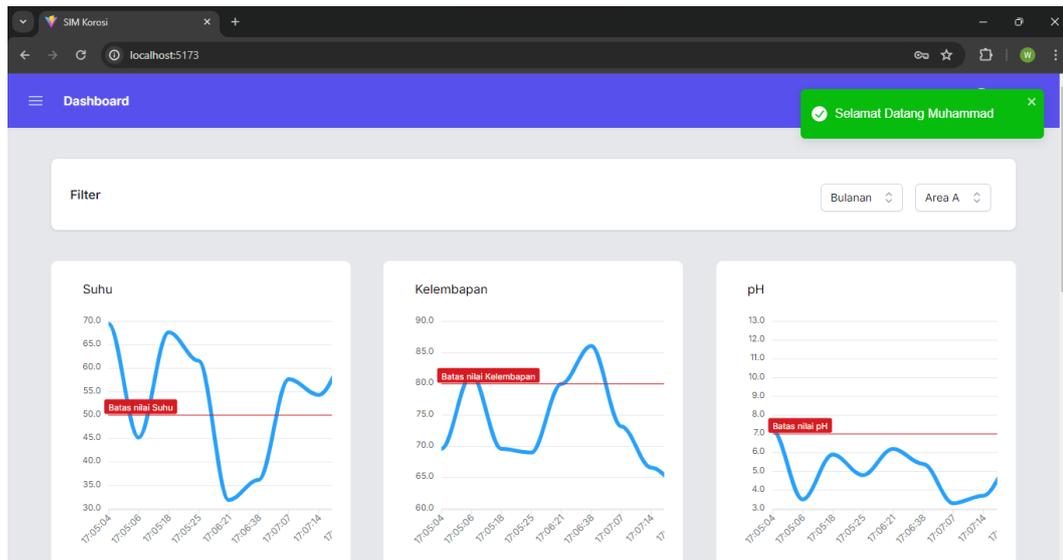
Tahap berikutnya adalah proses pengujian. Prosedur pengujian yang digunakan ada dua yaitu: pengujian *blackbox* dan *Rule-based system*.

### 4.2.1 Pengujian Blackbox Testing

Pengujian menggunakan metode *blackbox* yang dilakukan berdasarkan skenario kasus uji pada Tabel 3.14 sampai Tabel 3.32. Hasil pengujian setiap kasus uji direpresentasikan dengan status “*pass*” atau “*fail*”.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian *Test Case Login*

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC1.1	Pengguna melakukan login dengan kredensial yang valid.	<i>Pass</i>
TC1.2	Pengguna melakukan login dengan email salah dan password benar.	<i>Pass</i>
TC1.3	Pengguna melakukan login dengan email benar dan password salah.	<i>Pass</i>
TC1.4	Pengguna melakukan login dengan email kosong dan password benar.	<i>Pass</i>
TC1.5	Pengguna melakukan login dengan email benar dan password kosong.	<i>Pass</i>



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian masukkan email dan password yang valid

The sign-in form is titled 'Sign in to your account'. It contains two input fields: 'Email' with the value 'dzikri123@gmail.com' and 'Password' with masked characters. A 'Lupa password?' link is visible below the password field. A blue 'Sign in' button is at the bottom. A yellow error message 'Akun tidak ditemukan' is shown in the top right corner.

Gambar 4. 13 Hasil Pengujian masukkan email salah dan password benar

The sign-in form is titled 'Sign in to your account'. It contains two input fields: 'Email' with the value 'dzikri@gmail.com' and 'Password' with masked characters. A 'Lupa password?' link is visible below the password field. A blue 'Sign in' button is at the bottom. A yellow error message 'Email atau Password Salah' is shown in the top right corner.

Gambar 4. 14 Hasil Pengujian masukkan email benar dan password salah

## Sign in to your account

Email

Password

Harap isi bidang ini.

[Lupa password?](#)

**Sign in**

The image shows a sign-in form titled "Sign in to your account". It has two input fields: "Email" and "Password". The "Email" field is empty. The "Password" field contains several dots. A red error message box with an exclamation mark icon is positioned over the "Password" field, containing the text "Harap isi bidang ini." (Please fill in this field). Below the password field is a link that says "Lupa password?". At the bottom of the form is a blue button labeled "Sign in".

Gambar 4. 15 Hasil Pengujian masukkan email kosong dan password benar

**Sign in to your account**

Email

dzikri@gmail.com

Password

Harap isi bidang ini. [Lupa password?](#)

**Sign in**

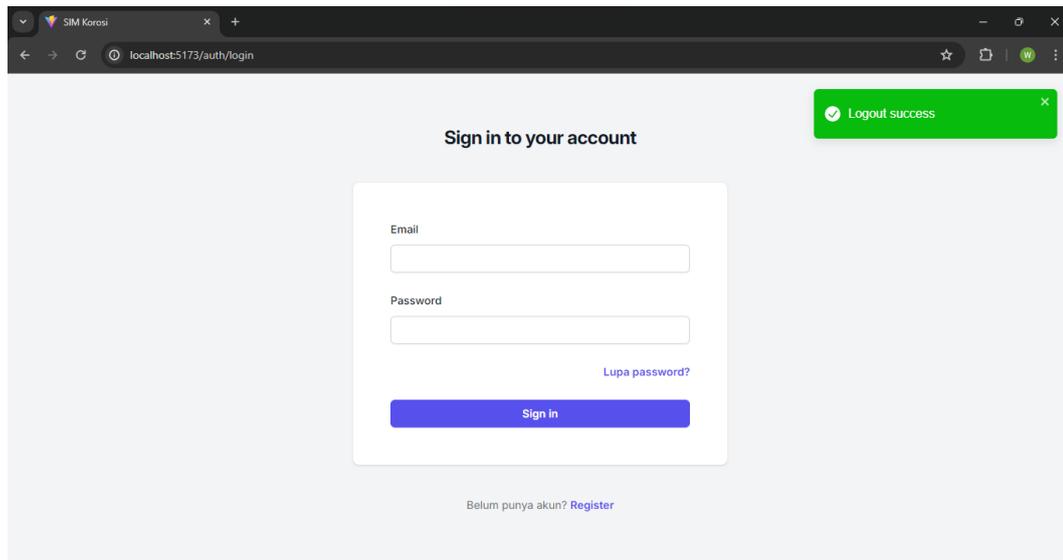
Belum punya akun? [Register](#)

Gambar 4. 16 Hasil Pengujian masukkan email benar dan password kosong

Pengujian yang telah dilakukan mengonfirmasikan bahwa sistem mampu memberikan respon yang sesuai saat pengguna memasukkan email dan password yang benar, kemudian mengarahkan pengguna ke halaman *dashboard* seperti yang diharapkan. Serta sistem berhasil menampilkan pesan error ketika pengguna memasukkan kredensial yang tidak valid, atau input kosong.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian *Test Case Logout*

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC2.1	Pengguna melakukan logout dari sistem.	<i>Pass</i>



Gambar 4. 17 Hasil Pengujian klik tombol logout

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam mengakhiri sesi pengguna dan mengarahkan pengguna kembali ke halaman login.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Test Case Manajemen Sesi

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC3.1	Pengguna menutup browser dan membuka kembali.	Pass
TC3.2	Pengguna tidak melakukan aktivitas apapun di dalam website selama 5 menit.	Pass

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem mampu menangani sesi pengguna dengan baik. Sistem menjaga sesi tetap aktif meskipun browser ditutup, dan mengakhiri sesi setelah pengguna tidak aktif selama 5 menit.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Test Case Membuat Laporan

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC4.1	Pengguna membuat laporan dengan data yang valid.	Pass
TC4.2	Pengguna membuat laporan dengan tanggal akhir lebih kecil dari tanggal awal.	Pass
TC4.3	Pengguna membuat laporan dengan tanggal awal kosong dan tanggal akhir benar.	Pass
TC4.4	Pengguna membuat laporan dengan tanggal awal benar dan tanggal akhir kosong.	Pass

Gambar 4. 18 Hasil Pengujian masukan data laporan valid

Gambar 4. 19 Hasil Pengujian membuat laporan dengan tanggal tidak valid

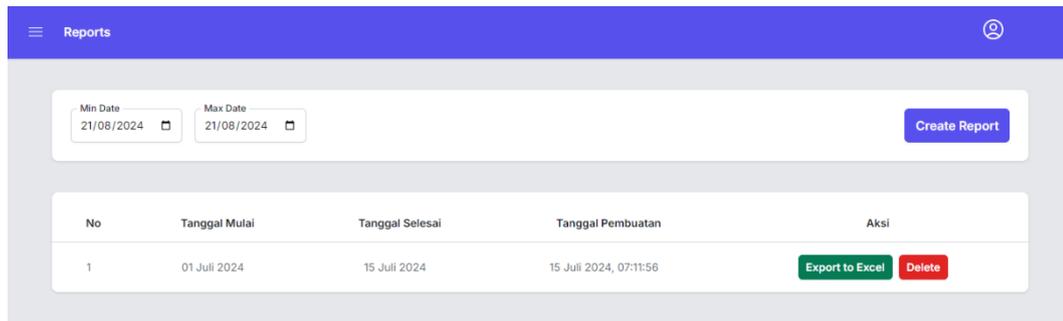
Gambar 4. 20 Hasil Pengujian membuat laporan dengan tanggal awal kosong

Gambar 4. 21 Hasil Pengujian membuat laporan dengan tanggal akhir kosong

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem mampu menyimpan laporan sesuai periode waktu yang valid dan mencegah kesalahan input.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Test Case Melihat Laporan

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC5.1	Pengguna melihat laporan yang telah dibuat.	Pass



Gambar 4. 22 Hasil Pengujian lihat laporan

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan daftar laporan yang telah dibuat oleh pengguna.

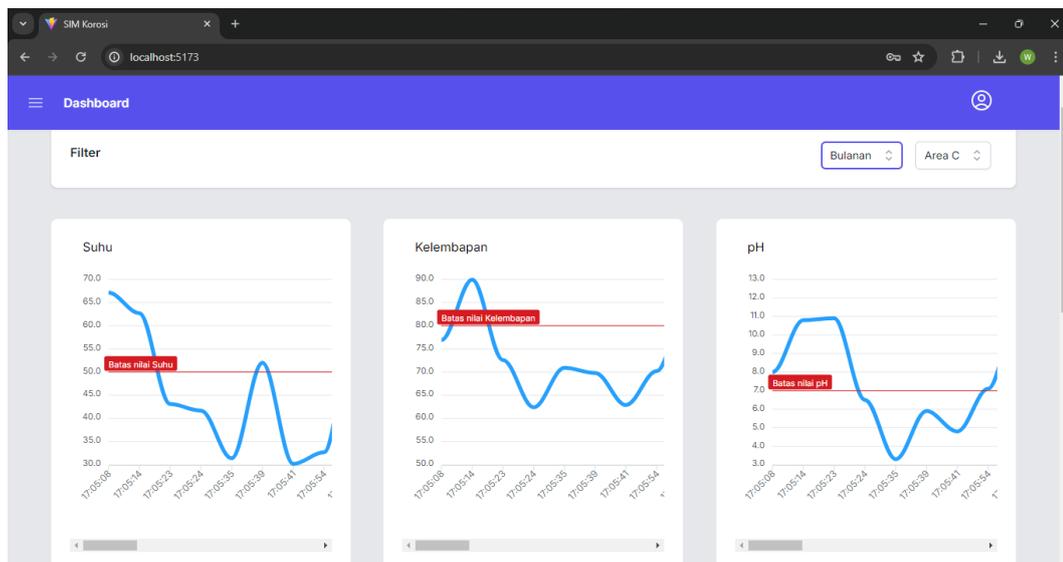
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian *Test Case* Input Data Korosi

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC6.1	Sensor / <i>api client</i> mengirim data parameter korosi dengan id sensor benar.	<i>Pass</i>
TC6.2	Sensor / <i>api client</i> mengirim data parameter korosi dengan id sensor salah	<i>Pass</i>

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem mampu memverifikasi, menerima, dan menyimpan data sensor dengan benar setelah proses verifikasi, serta memastikan bahwa data yang diterima valid dan disimpan dengan baik di database.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian *Test Case* Melihat Data Korosi

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC7.1	Pengguna dapat melihat grafik data korosi.	<i>Pass</i>
TC7.2	Pengguna dapat melihat tabel data korosi	<i>Pass</i>



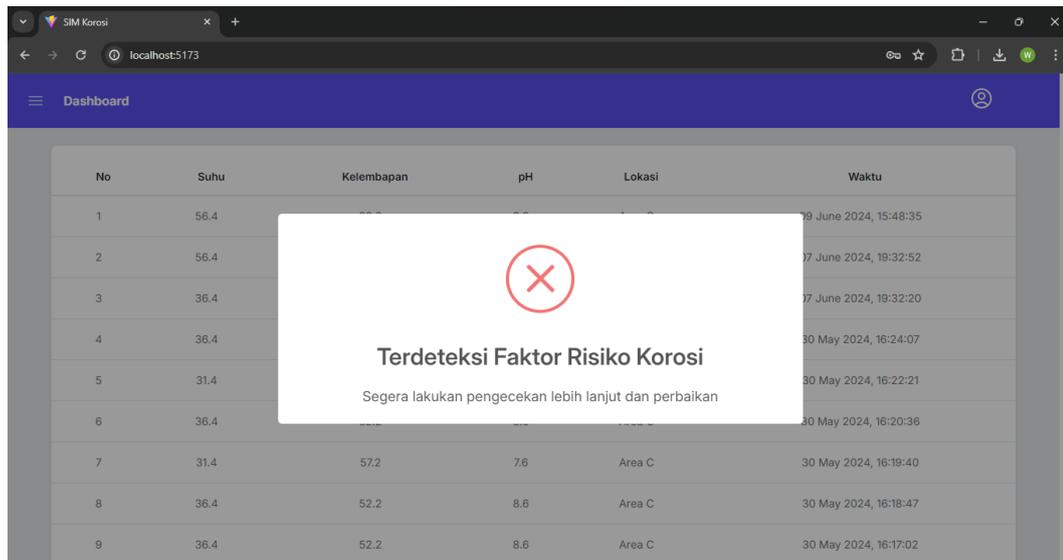
Gambar 4. 23 Hasil Pengujian tampil grafik

No	Suhu	Kelembapan	pH	Lokasi	Waktu
1	56.4	52.2	8.6	Area C	07 June 2024, 19:32:52
2	36.4	52.2	8.6	Area C	07 June 2024, 19:32:20
3	36.4	52.2	8.6	Area C	30 May 2024, 16:24:07
4	31.4	57.2	7.6	Area C	30 May 2024, 16:22:21
5	36.4	52.2	8.6	Area C	30 May 2024, 16:20:36
6	31.4	57.2	7.6	Area C	30 May 2024, 16:19:40
7	36.4	52.2	8.6	Area C	30 May 2024, 16:18:47
8	36.4	52.2	8.6	Area C	30 May 2024, 16:17:02
9	36.4	52.2	8.6	Area C	30 May 2024, 16:14:33

Gambar 4. 24 Hasil Pengujian tampil tabel

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian *Test Case* Menerima Pemberitahuan

Test Case ID	Test Case Scenario	Hasil Pengujian
TC8.1	Sistem mengirimkan status tingkat risiko korosi.	Pass
TC8.2	Sistem tidak mengirimkan status tingkat risiko korosi.	Pass



Gambar 4. 25 Hasil Pengujian tampil pemberitahuan peringatan

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengirimkan pemberitahuan hanya ketika ada faktor risiko korosi baru yang terdeteksi.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Menampilkan Data Secara *Realtime*

Uji ke-	Waktu tunggu
1	83 ms
2	11 ms
3	7 ms
4	3 ms
5	14 ms
6	10 ms
7	6 ms
8	3 ms
9	1 ms
10	4 ms
Rata-rata	14,2 ms

Different time: 83 milliseconds / 0.083 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: -11 milliseconds / -0.011 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: 7 milliseconds / 0.007 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: 3 milliseconds / 0.003 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: -14 milliseconds / -0.014 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: -10 milliseconds / -0.01 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: -6 milliseconds / -0.006 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: -3 milliseconds / -0.003 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: -1 milliseconds / -0.001 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>
Different time: -4 milliseconds / -0.004 seconds	<a href="#">index-Balu8RzC.js:852</a>

Gambar 4. 26 Hasil Pengujian menerima data secara *realtime*

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, dilakukan pengujian sebanyak 10 kali pencatatan data oleh sensor, di mana waktu tunggu berkisar dari 1 ms sampai 83 ms dengan rata-rata 14,2 ms.

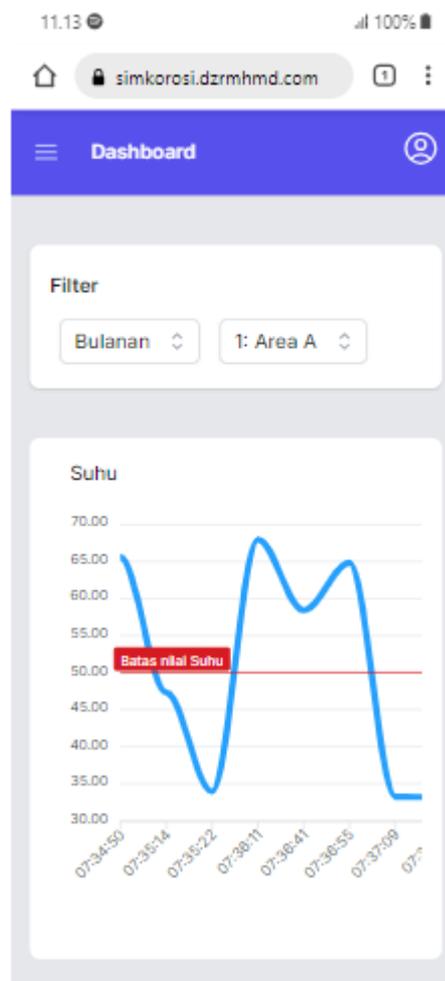
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Keamanan

Kode Uji	Kelas Uji	Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
NFT2.1	Keamanan	Uji akses halaman tanpa login.	Pengguna tidak dapat mengakses website tanpa login terlebih dahulu dan diarahkan ke halaman login.	Pass
NFT2.2	Keamanan	Uji login dengan kombinasi email dan password yang tidak valid.	Akses ditolak, pesan error ditampilkan.	Pass
NFT2.3	Keamanan	Uji mengirim data langsung ke sistem.	Data yang dikirim akan ditolak oleh sistem.	Pass

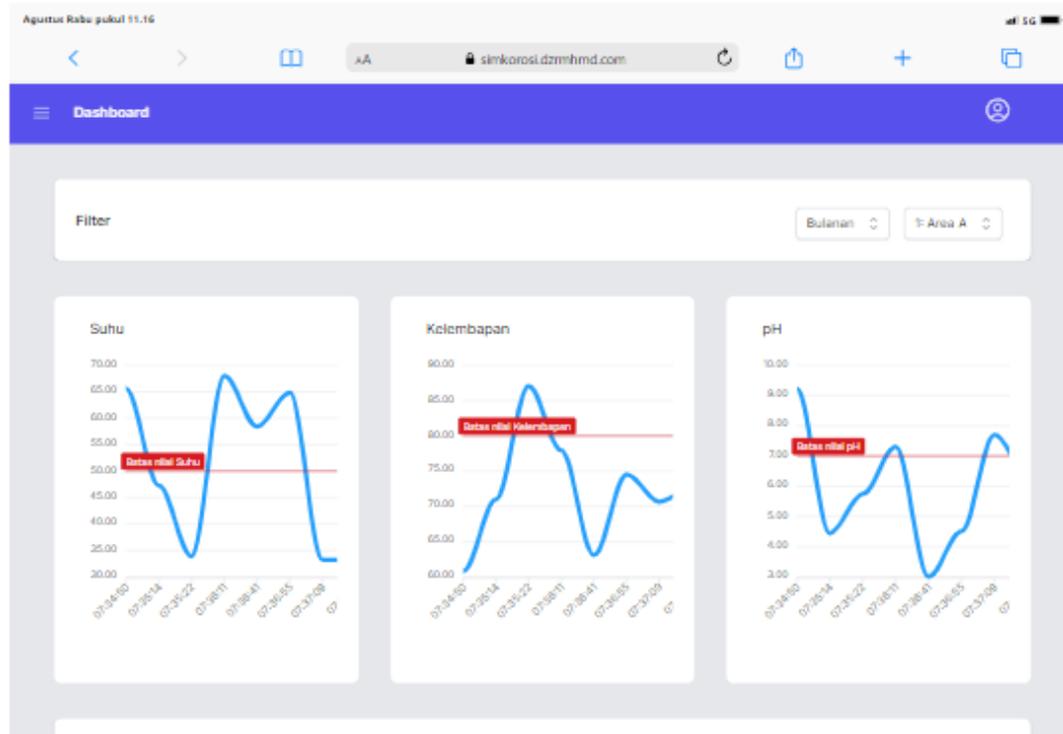
Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem memiliki keamanan yang kuat, yang dibuktikan dengan semua kasus uji berjalan sesuai ekspektasi, di mana sistem dapat menolak akses yang tidak sah, baik dari sensor maupun pengguna.

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Use Case - Kompabilitas

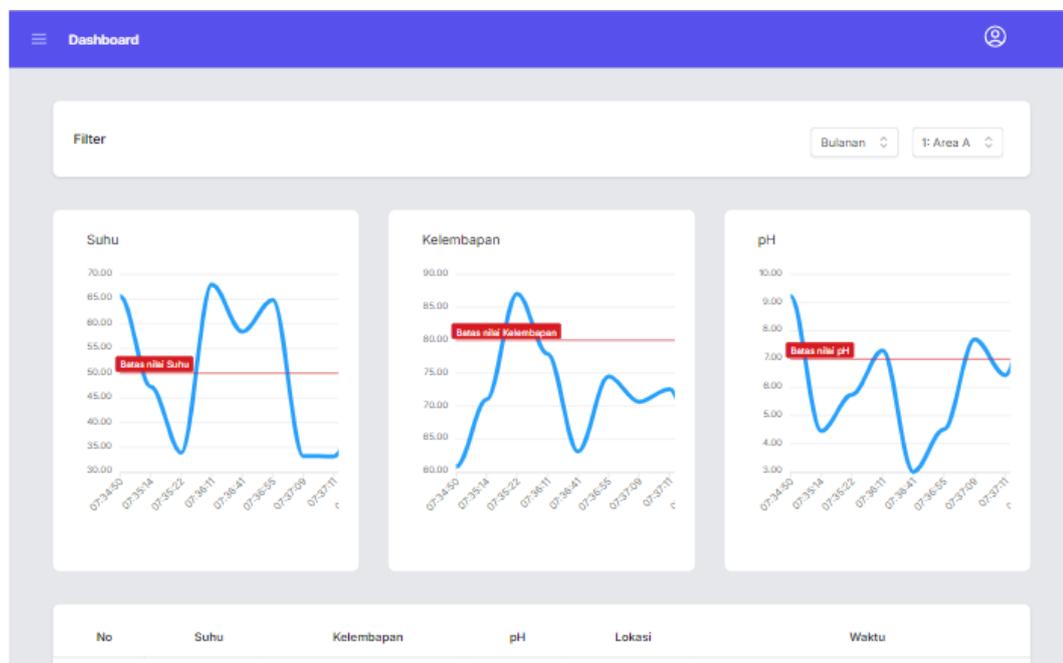
Kode Uji	Kelas Uji	Deskripsi Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
NFT3.1	Kompabilitas	Uji tampilan dan fungsionalitas di berbagai browser (Chrome, Firefox, Edge).	Tampilan dan fungsi konsisten di semua browser.	Pass
NFT3.2	Kompabilitas	Uji tampilan dan fungsionalitas di berbagai resolusi layar.	Tampilan responsif, tidak ada elemen terpotong.	Pass
NFT3.3	Kompabilitas	Uji sistem di berbagai perangkat (desktop, laptop, tablet, smartphone).	Tampilan dan fungsi dapat diakses di semua perangkat.	Pass



Gambar 4. 27 Uji Kompabilitas - Mobile



Gambar 4. 28 Uji Kompabilitas – Tablet



Gambar 4. 29 Uji Kompabilitas - Desktop / Laptop

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem dapat diakses dan berfungsi dengan baik diberbagai browser, resolusi layar, dan perangkat. Kompabilitas sistem penting agar pengguna dapat mengakses sistem dari berbagai perangkat yang berbeda-beda.

#### 4.2.2 Pengujian Rule-based System

Pengujian *rule-based* dilakukan berdasarkan aturan-aturan yang telah dibuat sebelumnya. Hasil pengujian setiap aturan direpresentasikan dengan status “*pass*” atau “*fail*”. Hasil pengujian rule based pada sistem informasi manajemen korosi disajikan pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian *Rule-based System*

No	Suhu	Kelembapan	PH	Hasil
1	34.41	80.97	12.2	<i>Pass</i>
2	57.14	88.23	8.98	<i>Pass</i>
3	47.21	76.53	6.28	<i>Pass</i>
4	66.11	76.84	6.5	<i>Pass</i>
5	54.53	70.61	6.99	<i>Pass</i>
6	56.79	69.37	8	<i>Pass</i>
7	59.42	83.86	6.51	<i>Pass</i>
8	58.11	86.03	7.64	<i>Pass</i>
9	65.24	77.19	7.86	<i>Pass</i>
10	57.14	83.31	10.07	<i>Pass</i>
11	42.39	71.78	6.3	<i>Pass</i>
12	65.8	73.65	6.54	<i>Pass</i>
13	30.36	70.05	3.65	<i>Pass</i>
14	67.24	87.48	4.18	<i>Pass</i>
15	58.62	80.38	6.13	<i>Pass</i>
16	50.49	86.67	10.61	<i>Pass</i>
17	54.74	73.3	11.97	<i>Pass</i>
18	49.25	76.94	4.52	<i>Pass</i>
19	68.29	81.12	10.39	<i>Pass</i>
20	67.46	84.02	11.91	<i>Pass</i>
21	55.56	64.84	7.26	<i>Pass</i>
22	50.42	67.26	6.23	<i>Pass</i>
23	59.21	67.3	12.43	<i>Pass</i>
24	58.93	72.48	11.04	<i>Pass</i>
25	61.13	80.19	8.89	<i>Pass</i>

No	Suhu	Kelembapan	PH	Hasil
26	32.71	75.34	10.88	<i>Pass</i>
27	51.76	69.34	5.32	<i>Pass</i>
28	34.13	74.25	6.99	<i>Pass</i>
29	35.91	81.15	9.26	<i>Pass</i>
30	52.09	62.86	6.72	<i>Pass</i>
31	31.72	71.04	5.91	<i>Pass</i>
32	68.16	71.71	5.05	<i>Pass</i>
33	68.11	60.36	6.75	<i>Pass</i>
34	44.24	84.21	3.65	<i>Pass</i>
35	35.48	86.12	11.97	<i>Pass</i>
36	33.01	87.33	11.9	<i>Pass</i>
37	51.7	61.56	6.52	<i>Pass</i>
38	68.7	80.72	8	<i>Pass</i>
39	30.13	86.57	5.54	<i>Pass</i>
40	53.06	79.54	7.27	<i>Pass</i>
41	49.46	64.95	6.74	<i>Pass</i>
42	35.58	61.76	12.57	<i>Pass</i>
43	53.46	80.34	10.99	<i>Pass</i>
44	36.03	68.8	7.04	<i>Pass</i>
45	47	75.52	3.74	<i>Pass</i>
46	38.63	79.78	8.38	<i>Pass</i>
47	63.32	75.43	10.85	<i>Pass</i>
48	45.22	61.57	6.38	<i>Pass</i>
49	53.1	89.57	6.16	<i>Pass</i>
50	56.21	88.04	3.88	<i>Pass</i>
51	49.2	84.51	5.49	<i>Pass</i>
52	50.8	60.87	10	<i>Pass</i>
53	64.54	84.42	4.13	<i>Pass</i>
54	30.81	78.18	9.53	<i>Pass</i>
55	43.3	61.5	12.39	<i>Pass</i>
56	51.62	60.13	5.18	<i>Pass</i>
57	36.87	87.13	4	<i>Pass</i>
58	65.78	77.81	5.95	<i>Pass</i>
59	47.82	89.51	10.27	<i>Pass</i>
60	36.47	60.99	3.24	<i>Pass</i>
61	38.22	76.45	6.37	<i>Pass</i>
62	40.52	80.09	3.28	<i>Pass</i>
63	54.44	84.16	10.06	<i>Pass</i>
64	55.23	60.08	9.57	<i>Pass</i>
65	65.28	63.4	8.3	<i>Pass</i>
66	31.17	86	9.96	<i>Pass</i>
67	68.12	81.21	4.65	<i>Pass</i>
68	62.3	78.64	5.87	<i>Pass</i>
69	69.88	87.69	10.59	<i>Pass</i>
70	57.91	64.12	10.5	<i>Pass</i>

No	Suhu	Kelembapan	PH	Hasil
71	55.54	75.37	7.92	Pass
72	50.88	79.9	6.47	Pass
73	41.78	76.9	8.99	Pass
74	43.83	86.01	4.42	Pass
75	52.49	79	3.06	Pass
76	44.65	72.83	7.44	Pass
77	53.18	60.29	5.39	Pass
78	65.96	89.89	4.71	Pass
79	32.51	76.22	7.67	Pass
80	41.45	82.57	10.97	Pass
81	43.72	64.34	10.48	Pass
82	39.86	67.31	3.48	Pass
83	41.31	68.24	7.9	Pass
84	33.3	60.62	5.95	Pass
85	44.91	62.46	12.34	Pass
86	34.28	61.86	12.51	Pass
87	40.58	69.75	12.49	Pass
88	54.73	75.66	12.3	Pass
89	56.22	86.89	10.76	Pass
90	46.27	76.51	6.79	Pass
91	57.49	82.74	6.82	Pass
92	43.13	79.39	3.11	Pass
93	68.83	86.96	8.21	Pass
94	48.62	77.47	5.49	Pass
95	41.21	71.49	9.19	Pass
96	50.98	85.48	11.73	Pass
97	33.72	84.53	3.82	Pass
98	37.14	73.57	6.65	Pass
99	50.93	79.21	5.96	Pass
100	53.69	75.04	3.82	Pass

Pengukuran akurasi sistem dapat dilakukan dengan cara melakukan pembagian jumlah hasil benar dengan jumlah hasil benar ditambah hasil salah dikalikan 100% (Jatmiko & Junaedi, 2017). Atau bisa melihat persamaan berikut ini:

$$Akurasi = \frac{Hasil\ Benar}{Hasil\ Benar + Hasil\ Salah} \times 100\%$$

Hasil pengujian *rule-based system* pada Sistem Informasi Manajemen Korosi didapatkan 100 hasil benar dan 0 hasil kesalahan. Berdasarkan hasil tersebut dapat dihitung akurasi dengan menggunakan persamaan di atas menjadi:

$$\text{Akurasi} = \frac{100}{100+0} \times 100\% = 100\%$$

### 4.3 Pembahasan

Sistem informasi manajemen korosi mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memperoleh data lingkungan yang berkaitan dengan proses korosi, seperti kelembapan, suhu, dan pH. Data yang dikumpulkan melalui sensor-sensor yang terhubung ke jaringan IoT kemudian dikirimkan ke sistem untuk diproses lebih lanjut dan dianalisis.

Berdasarkan Gambar 3.1, sistem informasi manajemen korosi terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

1. **Sensor:** Komponen ini bertugas mengumpulkan data lingkungan dan kemudian mengirimkannya ke sistem melalui jaringan IoT.
2. ***Internet of Things* (IoT):** Jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet, memungkinkan terjadinya pertukaran data antara sensor dengan sistem utama.
3. ***Middleware:*** Berperan sebagai penghubung antara perangkat *Internet of Things* dan sistem informasi manajemen korosi, di mana proses autentikasi sensor dilakukan sebelum data korosi diteruskan untuk diproses lebih lanjut.

4. *Database Management System (DBMS)*: Mengelola data korosi yang diterima dari sensor, menyimpannya secara terstruktur sehingga memudahkan dalam pengambilan data yang efisien.
5. *Front End*: Antarmuka pengguna yang memungkinkan interaksi langsung dengan sistem, menampilkan informasi penting seperti laporan korosi, grafik data korosi, dan pemberitahuan peringatan korosi.

Proses pengumpulan data dimulai ketika sensor merekam kondisi lingkungan dan mengirimkannya melalui jaringan IoT ke *middleware*. *Middleware* kemudian memverifikasi autentikasi perangkat IoT berdasarkan *MAC address* yang dimiliki setiap perangkat. *MAC address* yang terdaftar diverifikasi setiap kali perangkat mengirimkan data, memastikan hanya perangkat yang terdaftar yang dapat mengakses sistem. Setelah autentikasi berhasil, *middleware* meneruskan data ke tahap selanjutnya untuk diperiksa sesuai aturan yang telah ditetapkan, seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.13. Setiap data lingkungan yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, sistem akan mengirimkan pemberitahuan peringatan risiko korosi dengan tingkat keparahan berbeda, dari rendah, sedang, hingga tinggi. Setelah proses validasi dan pengecekan *rule based*, data disimpan dalam *database* dan kemudian disajikan kepada pengguna dalam bentuk grafik dan tabel terkini.

Pengujian *black box* yang dilakukan pada sistem bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna tanpa mempertimbangkan struktur internal atau desain implementasinya. Pengujian ini memvalidasi kinerja sistem berdasarkan skenario penggunaan yang telah dirancang

sebelumnya. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar skenario uji berhasil dilalui dengan baik, mengindikasikan bahwa sistem ini telah memenuhi mayoritas persyaratan fungsional yang diharapkan. Ringkasan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Ringkasan Hasil Pengujian *Blackbox*

<i>Test Case ID</i>	Hasil Pengujian
TC1.1	<i>Pass</i>
TC1.2	<i>Pass</i>
TC1.3	<i>Pass</i>
TC1.4	<i>Pass</i>
TC1.5	<i>Pass</i>
TC2.1	<i>Pass</i>
TC3.1	<i>Pass</i>
TC3.2	<i>Pass</i>
TC4.1	<i>Pass</i>
TC4.2	<i>Pass</i>
TC4.3	<i>Pass</i>
TC4.4	<i>Pass</i>
TC5.1	<i>Pass</i>
TC6.1	<i>Pass</i>
TC6.2	<i>Pass</i>
TC7.1	<i>Pass</i>
TC7.2	<i>Pass</i>
TC8.1	<i>Pass</i>
TC8.2	<i>Pass</i>

Pada pengujian *use case* login, fokus utama terletak pada validitas fungsionalitas autentikasi pengguna dalam sistem. Pengujian TC1.1 menunjukkan bahwa pengguna yang memasukkan kredensial yang valid dapat masuk ke dalam sistem dan diarahkan ke halaman dashboard dengan lancar. Ini menunjukkan bahwa mekanisme autentikasi dasar dalam sistem bekerja sesuai ekspektasi, mampu mengenali dan memvalidasi informasi login yang benar.

Selanjutnya, TC1.2 dan TC1.3 menguji respons terhadap kredensial yang tidak valid. TC1.2 dan TC1.3 mengonfirmasi bahwa sistem memberikan pesan

kesalahan yang sesuai ketika pengguna memasukkan email atau password salah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme validasi input yang efektif untuk mencegah akses tidak sah.

Selain itu, TC1.4 dan TC1.5 menguji skenario di mana pengguna mencoba masuk dengan *email* kosong atau *password* kosong. Sistem berhasil merespons dengan menampilkan pesan kesalahan informatif, menunjukkan bahwa sistem telah menerapkan validasi input untuk mencegah upaya login yang tidak valid.

Secara keseluruhan, pengujian login mengonfirmasi bahwa sistem telah menerapkan mekanisme autentikasi dan validasi input yang kuat, melindungi sistem dari akses tidak sah dan menjaga keamanan data pengguna.

Pengujian *use case* logout berfokus pada kemampuan pengguna untuk keluar dari sistem dengan aman. Kasus uji TC2.1 berhasil memverifikasi bahwa pengguna yang sudah masuk dapat keluar dari sistem dengan mengklik tombol "Logout" dan diarahkan kembali ke halaman login. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa mekanisme logout dasar berfungsi dengan baik, mengakhiri sesi pengguna dan mengarahkan pengguna kembali ke halaman login.

Pengujian *use case* manajemen sesi mengevaluasi manajemen sesi pengguna, termasuk persistensi login dan penanganan sesi tidak aktif. Kasus uji TC3.1 mengonfirmasi bahwa pengguna tetap dalam keadaan login setelah menutup dan membuka kembali browser, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme persistensi login yang efektif, seperti penggunaan *cookie*, untuk menjaga pengguna tetap terotentikasi selama periode waktu tertentu.

Selain itu, kasus uji TC3.2 menguji penanganan sesi tidak aktif dengan memverifikasi bahwa sesi pengguna berakhir secara otomatis setelah 5 menit tidak ada aktivitas. Ini menunjukkan bahwa sistem secara aktif memantau aktivitas pengguna dan menerapkan batas waktu sesi untuk alasan keamanan. Dengan mengakhiri sesi tidak aktif, sistem mengurangi risiko akses tidak sah jika pengguna lupa untuk logout secara manual.

Secara keseluruhan, pengujian sesi menunjukkan bahwa sistem memiliki manajemen sesi yang efektif, menjaga pengguna tetap terotentikasi saat aktif dan melindungi dari akses tidak sah saat tidak aktif.

Pengujian *use case* membuat laporan berfokus pada kemampuan pengguna untuk menghasilkan laporan korosi berdasarkan periode waktu yang ditentukan. Kasus uji TC4.1 mengonfirmasi bahwa pengguna dapat membuat laporan dengan memilih periode waktu yang valid (tanggal awal dan tanggal akhir) dan melihat laporan korosi yang sesuai dengan periode tersebut. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengambil dan menyajikan data korosi secara akurat berdasarkan input pengguna.

Sementara itu, kasus uji TC4.2 menguji penanganan input yang tidak valid dengan mencoba membuat laporan di mana tanggal akhir berada sebelum tanggal awal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem merespons dengan benar dan menampilkan pesan kesalahan yang sesuai ("Tanggal akhir harus setelah tanggal awal"). Validasi input penting untuk mencegah kesalahan pengguna dan memastikan bahwa laporan yang dihasilkan akurat dan dapat diandalkan.

Selanjutnya, kasus uji TC4.3 dan TC4.4 menguji skenario di mana pengguna mencoba membuat laporan dengan tanggal awal atau tanggal akhir kosong. Sistem merespon dengan menampilkan pesan kesalahan informatif, yang menunjukkan bahwa sistem telah menerapkan validasi input.

Secara keseluruhan, pengujian membuat laporan menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan laporan korosi yang akurat berdasarkan input pengguna dan memiliki validasi input untuk mencegah kesalahan.

Pengujian *use case* melihat laporan mengevaluasi kemampuan pengguna untuk melihat dan berinteraksi dengan laporan korosi yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian ini berhasil mengonfirmasi bahwa pengguna dapat melihat daftar laporan yang telah dibuat. Ini menunjukkan bahwa sistem menyimpan dan menyajikan laporan dengan benar, memungkinkan pengguna untuk mengakses riwayat laporan dengan mudah.

Pengujian *use case* input data korosi berfokus pada kemampuan sistem untuk menerima dan menyimpan data dari sensor dengan aman dan akurat. Kasus uji TC6.1 dan TC6.2 memastikan bahwa sistem hanya menerima data dari sensor dengan id sensor yang valid dan menolak data dari sensor dengan id sensor yang tidak valid. Keberhasilan pengujian ini menunjukkan bahwa sistem memiliki lapisan keamanan yang penting untuk mencegah penerimaan data yang tidak sah atau tidak dapat dipercaya.

Secara keseluruhan, pengujian input data korosi menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme autentikasi yang kuat dan dapat menyimpan data sensor dengan benar, memastikan keamanan dan integritas data yang diterima.

Pengujian *use case* melihat data berfokus pada kemampuan sistem untuk memvisualisasikan data korosi dalam berbagai format. Kasus uji TC7.1 dan TC7.2 berhasil mengonfirmasi bahwa sistem dapat menampilkan data korosi dalam bentuk grafik dan tabel.

Visualisasi data dalam bentuk grafik memberikan gambaran tentang tren dan pola korosi, sedangkan tabel memberikan detail yang lebih spesifik tentang nilai-nilai data. Dengan menyediakan kedua opsi ini, sistem memenuhi berbagai preferensi pengguna dan mendukung analisis data yang lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, pengujian melihat data menunjukkan bahwa sistem menyediakan berbagai cara untuk memvisualisasikan data korosi, memungkinkan pengguna untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik dan mengambil keputusan yang tepat berdasarkan informasi tersebut.

Pengujian *use case* menerima pemberitahuan berfokus pada kemampuan sistem untuk memberi tahu pengguna tentang faktor risiko korosi terbaru. Kasus uji TC8.1 mengonfirmasi bahwa pengguna menerima notifikasi ketika sistem mendeteksi faktor risiko korosi baru. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem secara aktif memantau data korosi dan dapat memberikan peringatan tepat waktu kepada pengguna, memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan.

Di samping itu, kode uji TC8.2 memverifikasi bahwa sistem tidak mengirimkan notifikasi jika tidak ada faktor risiko korosi baru yang terdeteksi. Hal ini penting untuk mencegah pengguna dari notifikasi yang tidak perlu dan memastikan bahwa mereka hanya menerima informasi yang relevan.

Secara keseluruhan, pengujian menerima pemberitahuan menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme notifikasi yang efektif, memberikan peringatan yang tepat waktu tentang faktor risiko korosi baru dan menghindari gangguan yang tidak perlu.

Pengujian menampilkan data secara realtime berfokus pada kemampuan sistem untuk menerima dan menampilkan data korosi secara real-time dengan waktu tunggu yang minim. Pengujian yang dilakukan berhasil mengonfirmasi bahwa pengguna dapat menerima data korosi terbaru dengan rata-rata waktu tunggu kurang dari 14,2 milidetik. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem memiliki latensi yang rendah dalam penerimaan dan pemrosesan data, memastikan bahwa pengguna memiliki akses ke informasi terbaru tentang kondisi korosi.

Secara keseluruhan, pengujian menampilkan data secara realtime menunjukkan bahwa sistem dapat menerima, memproses, dan menampilkan data korosi secara real-time, memberikan pengguna informasi yang cepat dan akurat untuk pengambilan keputusan yang efektif.

Pengujian keamanan berfokus pada aspek-aspek keamanan sistem, termasuk perlindungan terhadap akses tidak sah dan upaya manipulasi data. Kasus uji NFT2.1 mengonfirmasi bahwa pengguna tidak dapat mengakses website tanpa login terlebih dahulu dan diarahkan ke halaman login jika mencoba melakukannya. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme perlindungan yang efektif terhadap akses tidak sah, memastikan bahwa hanya pengguna terotentikasi yang dapat mengakses konten dan fungsionalitas sistem. Selain itu, kasus uji NFT2.2 menguji respons sistem terhadap upaya login dengan kombinasi

email dan kata sandi yang tidak valid. Sistem berhasil menolak akses dan menampilkan pesan kesalahan yang sesuai, menunjukkan bahwa sistem memiliki validasi input untuk mencegah login yang tidak sah.

Selanjutnya, kasus uji NFT2.3 menguji keamanan sistem terhadap upaya manipulasi data dengan mencoba mengirim data langsung ke sistem. Sistem berhasil menolak data yang dikirim, menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme perlindungan yang efektif terhadap injeksi data yang tidak sah.

Secara keseluruhan, pengujian keamanan menunjukkan bahwa sistem telah menerapkan berbagai lapisan keamanan untuk melindungi dari akses tidak sah, login yang tidak valid, dan manipulasi data.

Pengujian kompatibilitas berfokus pada kemampuan sistem untuk berfungsi dengan baik di berbagai lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak. Kasus uji NFT3.1 mengonfirmasi bahwa tampilan dan fungsionalitas sistem konsisten di berbagai browser seperti Chrome, Firefox, dan Edge. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem telah dirancang dengan mempertimbangkan kompatibilitas lintas-browser, dan memastikan bahwa pengguna dapat mengakses dan menggunakan sistem tanpa masalah di berbagai browser. Di samping itu, kasus uji NFT3.2 menguji respons sistem terhadap berbagai resolusi layar dan berhasil memverifikasi bahwa tampilan sistem responsif dan tidak ada elemen yang terpotong. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem telah dirancang dengan tata letak yang fleksibel dan dapat menyesuaikan di berbagai ukuran layar, dan memastikan pengalaman pengguna yang optimal di perangkat yang berbeda.

Terakhir, kode uji NFT3.3 menguji kompatibilitas sistem di berbagai perangkat, termasuk desktop, laptop, tablet, dan smartphone. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat diakses dan berfungsi dengan baik di semua perangkat yang diuji, menunjukkan bahwa sistem telah dirancang dengan mempertimbangkan berbagai platform perangkat keras dan sistem operasi.

Secara keseluruhan, pengujian kompatibilitas menunjukkan bahwa sistem memiliki kompatibilitas yang luas di berbagai browser, resolusi layar, dan perangkat, memastikan aksesibilitas dan pengalaman pengguna yang konsisten di berbagai lingkungan

Selain pengujian *black box*, dilakukan juga pengujian berbasis aturan (*rule-based*) untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengkategorikan tingkat korosi berdasarkan aturan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh aturan berhasil diimplementasikan dengan sempurna, seperti tercermin dari status “*pass*” yang konsisten pada setiap aturan. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem mampu menginterpretasikan dan menerapkan logika inferensi yang terkandung dalam aturan-aturan tersebut dengan akurasi yang tinggi.

Meskipun hasil pengujian menunjukkan akurasi yang tinggi, perlu diperhatikan bahwa pengujian ini tidak sepenuhnya mencerminkan kompleksitas dan variabilitas kondisi korosi di industri nyata. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan studi lanjutan dengan menggunakan data lapangan yang komprehensif untuk memvalidasi kinerja sistem dalam skenario yang lebih realistis.

Berdasarkan hasil penelitian dan pemaparan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rancangan sistem informasi manajemen korosi pada pipa minyak yang di desain sebelumnya berhasil diimplementasikan sepenuhnya. Hal ini dibuktikan melalui pengujian *black box* untuk menguji keseluruhan fungsionalitas sistem dan mendapatkan hasil yang memuaskan, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.13. Selain menggunakan pengujian *black box*, dilakukan juga pengujian kinerja sistem informasi manajemen korosi dalam memproses data secara *real-time*, dengan percobaan sebanyak 10kali didapatkan hasil rata-rata sebesar 14.2milidetik yang menandakan bahwa sistem informasi manajemen korosi dapat bekerja dengan baik dalam memproses data parameter korosi secara *real-time*. Selanjutnya pada pengujian *rule-based* yang dilakukan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mengkategorikan tingkat risiko korosi, didapatkan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat diartikan bahwa sistem informasi manajemen korosi berhasil mengkategorikan tingkat risiko korosi berdasarkan aturan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, tujuan penelitian yang dipaparkan sebelumnya telah tercapai dengan baik.

#### **4.4 Integrasi Islam**

##### **4.4.1 Pentingnya Sistem Informasi Manajemen Korosi dalam Perspektif Islam**

Korosi pada pipa minyak adalah salah satu tantangan signifikan dalam industri minyak dan gas yang dapat menimbulkan risiko besar terhadap keselamatan dan lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan sistem informasi

manajemen korosi yang efektif bukan hanya sekedar langkah teknis tetapi juga sebuah tanggung jawab moral.

Sejalan dengan hal tersebut, Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an, Surah Al-Isra' ayat 35:

﴿ وَأَوْفُوا الْكَيْلَ إِذَا كِلْتُمْ وَزُنُوزًا بِالْقِسْطِ الْمُسْتَقِيمِ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا ۝ ٣٥ ﴾

*“Sempurnakanlah takaran apabila kamu menakar dan timbanglah dengan timbangan yang benar. Itulah yang paling baik dan paling bagus akibatnya.”* (QS. Al-Isra': 35)

Ayat ini mengingatkan tentang pentingnya ketepatan dalam setiap tindakan guna meminimalisir timbulnya risiko yang dapat merugikan berbagai pihak. Dalam hal pengelolaan infrastruktur, khususnya sistem informasi manajemen korosi, pengembangan yang dilakukan harus mampu memberikan data yang akurat dalam pemantauan kondisi pipa minyak secara real-time. Dengan begitu, perusahaan dapat menentukan tindakan yang paling efektif dan efisien guna mencegah potensi kebocoran atau pecahnya pipa yang bisa menyebabkan kerusakan besar, baik dari segi materi maupun dampak lingkungan.

Tafsir Jalalain menjelaskan bahwa Surah Al-Isra' ayat 35 menekankan pentingnya berlaku adil dalam setiap aspek kehidupan, termasuk dalam pengukuran dan penimbangan. Dalam konteks pengelolaan korosi, pengukuran yang tepat dan pemantauan yang cermat merupakan implementasi dari nilai-nilai keadilan yang diajarkan dalam Islam. Mengabaikan hal ini sama dengan menimbulkan mudharat kepada orang lain, yang bertentangan dengan prinsip Islam untuk menghindari kerusakan (mudharat) dan mendorong kebaikan (maslahat).

#### 4.4.2 Pengelolaan Korosi sebagai Bentuk Tanggung Jawab Manusia dalam Islam

Islam mengajarkan bahwa manusia memiliki tanggung jawab besar sebagai khalifah di bumi untuk mengelola segala sumber daya yang diberikan oleh Allah SWT dengan bijaksana. Korosi pada pipa minyak merupakan salah satu masalah yang dapat mengakibatkan kerugian, baik dari segi materi, maupun lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan sistem informasi manajemen korosi dapat dilihat sebagai bentuk implementasi dari amanah yang telah diberikan kepada manusia untuk menjaga bumi ini.

Dalam Al-Qur'an Surah Al-Baqarah ayat 205 disebutkan:

﴿وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ ۗ ٢٠٥﴾

*“Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di muka bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kerusakan.”* (QS. Al-Baqarah:205)

Ayat ini menggambarkan betapa besar dampak kerusakan yang bisa ditimbulkan oleh manusia jika tidak berhati-hati dalam mengelola sumber daya yang ada. Dalam konteks korosi, jika tidak dikelola dengan baik, kerusakan yang ditimbulkan pada infrastruktur pipa minyak bisa berdampak luas, termasuk pencemaran lingkungan, kerugian ekonomi, dan bahaya bagi keselamatan manusia.

Tafsir Jalalain menekankan bahwa Surah Al-Baqarah ayat 205 mengingatkan tentang pentingnya menjaga keberlangsungan hidup dengan menghindari segala bentuk kerusakan. Penerapan sistem informasi manajemen korosi dapat dilihat sebagai upaya manusia untuk mencegah kerusakan tersebut, dengan cara memonitor dan memprediksi kondisi pipa minyak secara akurat,

sehingga tindakan pencegahan dapat diambil sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah.

Dalam Islam, segala bentuk upaya yang dilakukan untuk mencegah kerusakan dan menjaga keberlanjutan infrastruktur dan lingkungan, dianggap sebagai amal shalih yang sangat dianjurkan. Rasulullah SAW bersabda:

عَنْ أَنَسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ -صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ أَوْ  
إِنْسَانٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ رَوَاهُ الْبُخَارِيُّ وَمُسْلِمٌ وَالتِّرْمِذِيُّ

*“Dari sahabat Anas ra, Rasulullah saw bersabda, ‘Tiada seorang muslim yang menanam pohon atau menebar bibit tanaman, lalu (hasilnya) dimakan oleh burung atau manusia, melainkan ia akan bernilai sedekah bagi penanamnya.’”* (HR Bukhari, Muslim, dan At-Tirmidzi)

Hadits ini mengandung makna bahwa segala upaya yang dilakukan untuk menjaga dan melestarikan lingkungan akan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Pengembangan dan implementasi sistem informasi manajemen korosi dapat dilihat sebagai upaya menjaga keberlangsungan infrastruktur yang berhubungan langsung dengan kesejahteraan manusia dan kelestarian lingkungan.

#### **4.4.3 Korelasi Teknologi dan Etika dalam Pengelolaan Korosi Berdasarkan Perspektif Islam**

Dalam dunia modern, teknologi memainkan peran penting dalam pengelolaan infrastruktur, termasuk dalam pemantauan dan manajemen korosi pada pipa minyak. Namun, dalam perspektif Islam, penggunaan teknologi tidak boleh dilepaskan dari prinsip-prinsip etika dan moral. Teknologi harus digunakan untuk mencapai tujuan yang bermanfaat dan menghindari kemudharatan, sejalan dengan

prinsip maqashid syariah yang bertujuan untuk menjaga agama, jiwa, akal, keturunan, dan harta.

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an. Surah Al-A'raf ayat 56:

﴿ وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ حَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ۝٦ ﴾

*“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang-orang yang berbuat kebaikan.” (QS. Al-A'raf:56)*

Ayat ini menekankan bahwa setiap tindakan manusia harus selalu diarahkan untuk memperbaiki dan menjaga bumi, bukan merusaknya. Dalam konteks pengelolaan korosi, teknologi seperti sistem informasi manajemen korosi harus digunakan untuk menjaga infrastruktur dari kerusakan yang lebih besar, yang pada akhirnya dapat merusak lingkungan dan membahayakan kehidupan manusia.

Tafsir Jalalain menjelaskan bahwa Surah Al-A'raf Ayat 56 mendorong manusia untuk selalu melakukan tindakan yang memperbaiki, bukan merusak. Etika dalam teknologi mengharuskan untuk mempertimbangkan dampak jangka panjang dari setiap inovasi yang dikembangkan. Penggunaan teknologi dalam pemantauan korosi harus dilandasi oleh niat untuk menjaga kelestarian alam dan kesejahteraan manusia.

Selain itu, Rasulullah SAW juga mengajarkan pentingnya tanggung jawab dalam menggunakan sumber daya yang ada. Dalam sebuah hadits disebutkan:

أَلَا كُلُّكُمْ رَاعٍ وَكُلُّكُمْ مَسْئُولٌ عَنْ رَعِيَّتِهِ فَالْإِمَامُ الَّذِي عَلَى النَّاسِ رَاعٍ وَهُوَ مَسْئُولٌ عَنْ رَعِيَّتِهِ وَالرَّجُلُ رَاعٍ عَلَى أَهْلِ بَيْتِهِ وَهُوَ مَسْئُولٌ عَنْ رَعِيَّتِهِ وَالْمَرْأَةُ رَاعِيَةٌ عَلَى أَهْلِ بَيْتِ زَوْجِهَا وَوَلَدِهِ وَهِيَ مَسْئُولَةٌ عَنْهُمْ وَعَبْدُ الرَّجُلِ رَاعٍ عَلَى مَالِ سَيِّدِهِ وَهُوَ مَسْئُولٌ عَنْهُ أَلَا فَكُلُّكُمْ رَاعٍ وَكُلُّكُمْ مَسْئُولٌ عَنْ رَعِيَّتِهِ.

*“Ketahuilah Setiap kalian adalah pemimpin, dan setiap kalian akan dimintai pertanggungjawabannya atas yang di pimpin, penguasa yang memimpin rakyat*

*banyak dia akan dimintai pertanggungjawaban atas yang dipimpinnya, setiap kepala keluarga adalah pemimpin anggota keluarganya dan dia dimintai pertanggungjawaban atas yang dipimpinnya, istri pemimpin terhadap keluarga rumah suaminya dan juga anak-anaknya. Dia akan dimintai pertanggungjawabannya terhadap mereka, dan budak seseorang juga pemimpin terhadap harta tuannya dan akan dimintai pertanggungjawaban terhadapnya, ketahuilah, setiap kalian adalah bertanggung jawab atas yang dipimpinnya.” (HR. Bukhari)*

Hadits ini menekankan bahwa semua memiliki tanggung jawab dalam mengelola apa yang telah dipercayakan, termasuk dalam penggunaan teknologi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Sistem informasi manajemen korosi pada pipa minyak berhasil diimplementasikan berdasarkan rancangan yang telah didesain sebelumnya, yang dibuktikan dengan pengujian *black box* untuk menguji keseluruhan fungsionalitas sistem. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Selain menggunakan pengujian *black box*, dilakukan juga pengujian kinerja sistem informasi manajemen korosi dalam memproses data secara *real-time*, dengan percobaan sebanyak 10 kali didapatkan hasil rata-rata sebesar 14.2milidetik yang menandakan bahwa sistem informasi manajemen korosi dapat bekerja dengan baik dalam memproses data parameter korosi secara *real-time*.

Selain itu, juga dilakukan pengujian *rule-based* untuk mengukur kemampuan sistem dalam mengkategorikan tingkat risiko korosi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, didapatkan tingkat akurasi yang mencapai 100%. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.12 yang juga menunjukkan bahwa sistem informasi manajemen korosi berhasil mengkategorikan tingkat risiko korosi berdasarkan aturan yang telah ditetapkan.

#### 5.2 Saran

Pada penelitian *Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Korosi Pada Pipa Minyak*, masih banyak hal yang kurang dan perlu dikembangkan lebih

lanjut. Oleh karena itu, peneliti memberikan saran untuk penelitian selanjutnya yang akan dikembangkan sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menggunakan sensor-sensor yang lebih canggih dan beragam untuk mengumpulkan data lingkungan penyebab korosi agar dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi pengumpulan data, sehingga analisis risiko korosi menjadi lebih akurat.
2. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menambahkan algoritma prediksi korosi yang dapat memperkirakan tingkat korosi di masa depan berdasarkan data historis dan kondisi lingkungan saat ini.
3. Diperlukan penelitian lanjutan dengan mengintegrasikan teknologi AI, ke dalam sistem untuk meningkatkan kemampuan analisis data dan prediksi korosi, agar sistem dapat belajar dari data historis dan mengidentifikasi pola-pola yang kompleks yang mungkin tidak terlihat oleh manusia.

Hal tersebut diharapkan dapat menjadi perhatian bagi penelitian selanjutnya dan dapat dikembangkan lagi agar menjadi sistem informasi manajemen korosi yang lebih baik, akurat, dan handal dalam mencegah kerugian ekonomi dan bencana lingkungan yang diakibatkan oleh korosi pada pipa minyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Janabi, Y. T. (2020). An overview of corrosion in oil and gas industry: Upstream, midstream, and downstream sectors. *Corrosion Inhibitors in the Oil and Gas Industry*, 3–39. <https://doi.org/10.1002/9783527822140.ch1>
- Ayadi, M., Affonso, R. C., Cheutet, V., & Haddar, M. (2015). Info Sim: Prototyping an information system for Digital Factory management. *Concurrent Engineering Research and Applications*, 23(4), 355–364. <https://doi.org/10.1177/1063293X15591610>
- Berradja, A. (2019). Electrochemical Techniques for Corrosion and Tribocorrosion Monitoring: Methods for the Assessment of Corrosion Rates. In A. Singh (Ed.), *Corrosion Inhibitors*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86743>
- Chien, C., Chen, T., Wu, X., Chen, Y., Lee, P., Lin, L., Wang, W., & Hsueh, H. (2022). Bilayer Lubricant-Infused Particulate Films as Slippery Protective Coatings with Durable Anticorrosion and Antifouling Performance. *Advanced Materials Interfaces*, 9(11), 2102144. <https://doi.org/10.1002/admi.202102144>
- Davis, G. B. (1984). *Kerangka dasar sistem informasi manajemen Bagian I Pengantar*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Eliaz, N. (2019). Corrosion of Metallic Biomaterials: A Review. *Materials*, 12(3), 407–498. <https://doi.org/10.3390/ma12030407>
- Fahlafi, R., Munir, M. M., & Erawati, I. (2019). Analisa Pengaruh ph Lingkungan Terhadap Laju Korosi dan Waktu Sisa Pada Heat Affected Zone Akibat Pengelasan SMAW SPEC. Pipa Api 5L Grade B. *Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application*, 4(1), 201–206.
- Fikri, R. R. N., Indera, I., Rahardi, A., & Agus, I. (2024). Pengujian Blackbox pada Sistem Informasi Komunitas Pecinta Kucing di Bandar Lampung. *TEKNIKA*, 18(1), 25–36. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10513105>
- Husbani, A., Novrianti, N., Purnamawati, N., Melysa, R., & Arfianti, R. (2022). Analisis Pengaruh Kelembaban Terhadap Laju Korosi Menggunakan Rimpang Jahe Merah Sebagai Penghambat Laju Korosi. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(2), 105–119. [https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4\(2\).10712](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(2).10712)
- Jatmiko, A. D., & Junaedi, D. (2017). Analisis Dan Implementasi Sistem Pakar Dengan Metode Case Based Reasoning dan Rule Based Reasoning (Studi Kasus: Diagnosis Penyakit Demam Berdarah). *eProceedings of Engineering*, 4(2), 3269–3276.
- Khan, A., Qurashi, A., Badeghaish, W., Noui-Mehidi, M. N., & Aziz, Md. A. (2020). Frontiers and Challenges in Electrochemical Corrosion Monitoring; Surface and Downhole Applications. *Sensors*, 20(22), 6583. <https://doi.org/10.3390/s20226583>

- Komary, M., Komarizadehasl, S., Tošić, N., Segura, I., Lozano-Galant, J. A., & Turmo, J. (2023). Low-Cost Technologies Used in Corrosion Monitoring. *Sensors*, 23(3), 1309. <https://doi.org/10.3390/s23031309>
- Kurniawan, Y., Moralista, E., & Zaenal. (2023). Penentuan Remaining Service Life Struktur Conveyor B pada Tambang Batubara PT XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.786>
- Kurniawati, H., Latifah, K., & Fahmi, S. (2021). Sistem Informasi Penjadwalan Perawatan LCD Berkala Berbasis Web Dengan Metode Rule Based di UPT TIK Universitas PGRI Semarang. *Proceeding Science and Engineering National Seminar*, 5(1), 291–298.
- Li, L., Chakik, M., & Prakash, R. (2021). A review of corrosion in aircraft structures and graphene-based sensors for advanced corrosion monitoring. *Sensors*, 21(9). <https://doi.org/10.3390/s21092908>
- Lucan, D., & Jinescu, G. (2017). Corrosion analysis and diagnosis – useful tools for plant life management and long term operation programmes in nuclear power plant. *Journal of Engineering Sciences and Innovation*, 2(3), 80–92. <https://doi.org/10.56958/jesi.2017.2.3.80>
- Nash, W. T., Powell, C. J., Drummond, T., & Birbilis, N. (2020). Automated Corrosion Detection Using Crowd Sourced Training for Deep Learning. *CORROSION*, 76(2), 131–141. <https://doi.org/10.5006/3397>
- Papadopoulos, P., Soflano, M., Chaudy, Y., Adejo, W., & Connolly, T. M. (2022). A systematic review of technologies and standards used in the development of rule-based clinical decision support systems. *Health and Technology*, 12(4), 713–727. <https://doi.org/10.1007/s12553-022-00672-9>
- Parlika, R., Nisaa', T. A., Ningrum, S. M., & Haque, B. A. (2020). Studi Literatur Kekurangan dan Kelebihan Pengujian Black Box. *Teknomatika*, 10(2), 131–140.
- Pratama, A. S., Sari, S. M., Hj, M. F., Badwi, M., & Anshori, M. I. (2023). Pengaruh Artificial Intelligence, Big Data Dan Otomatisasi Terhadap Kinerja SDM di Era Digital. *Jurnal Publikasi Ilmu Manajemen (JUPIMAN)*, 2(4), 108–123. <https://doi.org/10.55606/jupiman.v2i4.2739>
- Rachman, A., & Ratnayake, R. M. C. (2020). Corrosion loop development of oil and gas piping system based on machine learning and group technology method. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 26(3), 349–368. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2018-0058>
- Rasyad, R. (2022). Konsep Khalifah dalam Al-Qur'an (Kajian Ayat 30 Surat al-Baqarah dan Ayat 26 Surat Shaad). *Jurnal Ilmiah Al-Mu'ashirah*, 19(1), 20–31. <https://doi.org/10.22373/jim.v19i1.12308>
- Rodionova, I., & Amezhnov, A. (2019). Improving the corrosion resistance of steels intended for use in seawater. *E3S Web of Conferences*, 121, 04011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912104011>

- Royani, A. (2021). Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah dalam Media Air Laut. *JURNAL SIMETRIK*, 10(2), 344–349. <https://doi.org/10.31959/js.v10i2.493>
- Royani, A., Hanafi, M., Julistiono, H., & Manaf, A. (2022). Biokorosi dan Teknologi Pencegahannya di Industri Minyak dan Gas. *Metalogi*, 36(3), 135–150. <https://doi.org/10.14203/metalurgi.v36i3.608>
- Saba, D., Hajjej, F., Cheikhrouhou, O., Sahli, Y., Hadidi, A., & Hamam, H. (2022). Development of an Intelligent Solution for the Optimization of Hybrid Energy Systems. *Applied Sciences*, 12(17), 8397. <https://doi.org/10.3390/app12178397>
- Salsabillah, M. R., Busyra, M. D., & Utami, I. (2022). Pengaruh Temperatur Terhadap Kinerja Anoda Tumbal Dalam Mengendalikan Laju Korosi Baja Aisi 4340. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 7(2), 23. <https://doi.org/10.31942/inteka.v7i2.6653>
- Sastra, N. M. T. P., & Susilowati, I. H. (2022). Hydrogen Sulfide Measurement of Degraded Corrosion Inhibitor with Glass Tube Detector in Oil & Gas Industry. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 11(SI), 31–38. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v11iSI.2022.31-38>
- Saugi, W. (2021). Pengaruh Faktor Fisik, Kimia, Dan Biologi Medium Terhadap Laju Korosi Besi. *Borneo Journal Of Science And Mathematics Education*, 1(1), 29–54.
- Sukamto, R. A., & Salahuddin, M. (2011). *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)* (Vol. 2). Bandung: modula.
- Sumarji, S. (2012). Evaluasi Korosi Baja Karbon Rendah ASTM A36 Pada Lingkungan Atmosferik di Kabupaten Jember. *ROTOR*, 5(1), 44–51.
- Vachlepi, A., & Suwardin, D. (2016). Korosivitas Koagulan Asam Sulfat Pada Peralatan di Pabrik Pengolahan Karet Alam. *Warta Perkaretan*, 35(1), 67–76. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v35i1.80>
- Wright, R. F., Lu, P., Devkota, J., Lu, F., Ziomek-Moroz, M., & Ohodnicki, P. R. (2019). Corrosion sensors for structural health monitoring of oil and natural gas infrastructure: A review. *Sensors (Switzerland)*, 19(18). <https://doi.org/10.3390/s19183964>
- Zaki, A., Chai, H. K., Aggelis, D. G., & Alver, N. (2015). Non-destructive evaluation for corrosion monitoring in concrete: A review and capability of acoustic emission technique. *Sensors (Switzerland)*, 15(8), 19069–19101. <https://doi.org/10.3390/s150819069>