

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Komputer

2.1.1 Definisi Jaringan Komputer

Jaringan komputer diartikan oleh Rahman et al. (2024) sebagai suatu himpunan interkoneksi sejumlah komputer yang autonomous. Dua buah komputer dikatakan terinterkoneksi bila keduanya dapat saling bertukar informasi. Bentuk koneksinya tidak harus melalui kawat tembaga saja melainkan dapat menggunakan serat optik, gelombang mikro, atau satelit komunikasi. Menurut Hallo et al. (2024) Jaringan komputer adalah hubungan antara dua komputer atau lebih yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (*wireless*). Adapun menurut Septanto et al. (2024), dua unit komputer dikatakan terkoneksi apabila keduanya bisa saling bertukar data atau informasi, berbagi sebuah resource yang dimiliki, dan juga menggunakan *software* atau *hardware* yang terhubung dalam jaringan sama.

Dari pendapat-pendapat yang disampaikan mengenai jaringan komputer maka dapat penulis simpulkan bahwa jaringan *LoRa* merupakan bagian dari jaringan komputer yang saling terhubung melalui protokol komunikasi dengan media transmisi tanpa kabel atau *wireless* sehingga bisa saling bertukar *resource*, *data* dan informasi, dalam penelitian ini bagaimana mikrokontroler menerima data dari sensor yang ada kemudian ditransmisikan melalui modul *LoRa* ke *LoRa gateway* kemudian dikonversikan menjadi sebuah informasi.

2.1.2 Standar Jaringan Komputer

Standarisasi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) merupakan suatu standar *QoS* yang dibuat oleh organisasi *ETSI* (*European Telecommunication Standard Institute*) yang mengkategorikan standar atau nilai tetapan dalam menentukan kualitas *packet loss* (*ETSI, 1999*).

Tabel 2. 1 Standar *THIPON* Packet Loss

Category	Packet Loss
Sangat Baik	0 - 2
Baik	3 - 14
Sedang	15 - 24
Buruk	≥ 25

Organisasi *ETSI* (*European Telecommunication Standard Institute*) yang mengkategorikan standar atau nilai tetapan dalam menentukan kualitas *delay* (*ETSI, 1999*).

Tabel 2. 2 Standar Kualitas Jaringan Berdasarkan *Delay*

Category	Delay (ms)
Sangat Bagus	< 150
Bagus	150 s/d 300
Sedang	300 s/d 450
Buruk	> 450

Standarisasi dari *packet loss* dan *delay* tersebut bisa dijadikan sebagai acuan pada pengujian penelitian ini, nantinya akan diukur dan dilihat bagaimana hasil dari kedua parameter tersebut.

2.2 Jaringan LoRa

2.2.1 Definisi Jaringan LoRa

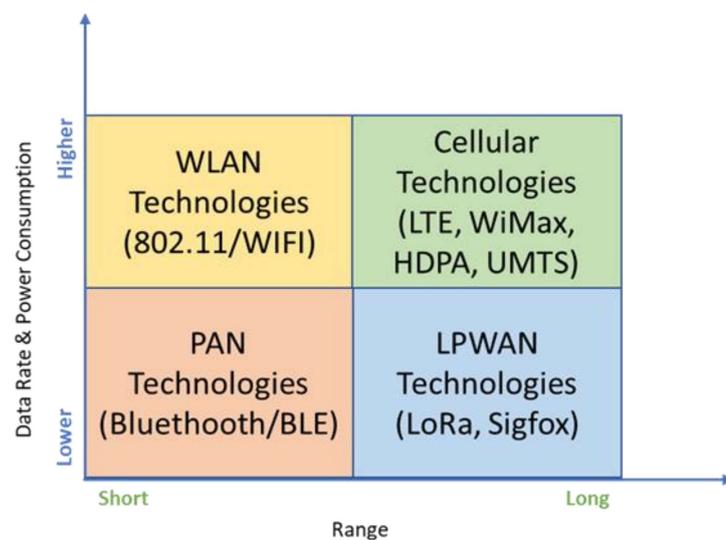
Lora (Long Range) merupakan teknik modulasi spektrum yang baru, privat, tidak berlisensi, dengan sebaran yang memungkinkan pengiriman data dengan kecepatan rendah pada jarak yang sangat jauh dengan konsumsi daya yang minimum. Selain itu, tidak ada biaya akses yang terkait dengan jenis teknologi nirkabel ini. Jaringan lain seperti *Bluetooth*, *WiFi* dan *ZigBee* adalah teknologi yang sudah mapan, namun masalah terbesarnya saat terhubung dengan dengan banyak LAN adalah konsumsi baterai dan anggaran sambungan pendek. Pada dasarnya jaringan seluler seperti *LTE* dikembangkan untuk *throughput* data yang lebih baik tetapi memiliki kelemahan dalam hal konsumsi daya. Baik LAN maupun jaringan seluler cukup mahal untuk digunakan di area yang luas, misalnya untuk menjangkau seluruh kota. Menurut data dari *LoRa*, *transceiver* radio *LoRa* mampu melakukan transmisi hingga jarak 1500 meter. Transmisi ini dapat terganggu oleh rintangan seperti mobil dan bangunan. Namun, *LoRa* masih terbukti memiliki kinerja terbaik untuk transmisi jarak jauh (Hashim et al., 2021).

Menurut penulis jaringan *LoRa* sangat sesuai dengan penelitian yang dilakukan, mengingat area galangan kapal merupakan area yang sangat luas,

sehingga teknologi *LoRa* menjadi solusi terbaik untuk mengatasi masalah jangkauan area yang luas dan dengan power yang sangat rendah.

2.2.2 Low Power Wide Area Network (LPWAN)

Low Power Wide Area Network (LPWAN) merupakan kombinasi dua buah teknologi yang memiliki karakteristik seperti komunikasi jarak jauh, daya rendah, kecepatan data rendah, biaya perangkat dan penerapan yang rendah, menjadikannya teknologi komunikasi unik untuk komunikasi nirkabel dan pilihan yang disukai untuk aplikasi *IoT* (Andre et al., 2021).



Gambar 2. 1 Perbandingan Teknologi LPWAN Andre et al. (2021)

Gambar 2.1 merupakan gambaran dari perbandingan beberapa jenis teknologi komunikasi nirkabel antara lain *WLAN*, *PAN*, *LPWAN*, dan selular. Dari gambar tersebut terlihat bahwa hanya teknologi *LPWAN* yang merupakan teknologi komunikasi yang memiliki konsumsi daya rendah, *data rate* rendah dan jangkauan jarak komunikasi yang jauh. Berdasarkan dari karakteristik yang telah

dijelaskan sebelumnya membuat teknologi komunikasi *LPWAN* sangat cocok digunakan implementasi *IoT*.

2.2.3 Jangkauan Teknologi *LoRa*

LoRa menerapkan topologi *star-on-star* dimana pada perangkat terakhir *LoRa* akan terhubung ke beberapa *gateway* untuk menyampaikan pesan ke server pusat. Tujuan dari menggunakan topologi *star-on-star* yaitu untuk meningkatkan jangkauan komunikasi *LoRa*. Teknologi ini membutuhkan daya yang cukup kecil dan memiliki jarak pancar yang jauh sehingga sangat cocok untuk komunikasi jarak jauh. Untuk mendapatkan jarak yang jauh, *LoRa* mengurangi kecepatan *transfer data*, menggunakan frekuensi rendah, dan membatasi jumlah perangkat yang dapat berkomunikasi (Andre et al., 2021). Tabel 2.2 menunjukkan perbandingan beberapa teknologi komunikasi nirkabel.

Tabel 2. 3 Perbandingan Tknologi Komunikasi Nirkabel

Type	Distance	Max Rate	Power Usage
Bluetooth	10 M	2 M/S	Low
LoRa	0 – 15 KM	600 KB/S	Low
Wi-Fi	0 – 15 M	54 M/S	High
ZigBee	0 – 1500 M	250 KB/S	Low

Pada tabel 2.3 dilihat bahwa teknologi komunikasi *LoRa* memiliki jarak jangkauan yang cukup jauh dibanding dengan teknologi komunikasi yang lain dan mempunyai konsumsi daya yang rendah. Hal ini sangat sesuai untuk implementasi *IoT* pada area kerja yang sangat luas

2.3 Monitoring Berbasis IoT

2.3.1 Monitoring

Sistem *Monitoring* merupakan suatu runtutan langkah-langkah pengumpulan data dari beberapa sumber daya, yang bentuk datanya ialah *data realtime*. Dalam sistem *monitoring* ada beberapa tahapan sehingga data dapat berproses menjadi informasi, seperti proses pengumpulan *data*, proses analisis *data*, dan proses penyajian data berupa informasi. Model tahapan ini menggunakan konsep dasar sistem *Input-Process-Output*. Sistem *monitoring* berfungsi untuk memudahkan pengguna dalam kegiatan pemantauan di tiap perubahan dan perkembangan kondisi yang terjadi, Yonatan (2024). Penelitian ini akan dilakukan terhadap *oil trap system* yang akan memonitoring oli pada trap dan oli pada bak penampungan.

2.3.2 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang saat ini menjadi pendekatan yang paling menarik dan banyak diminati, *IoT* mengacu pada perangkat-perangkat yang terhubung ke sebuah jaringan, sensor-sensor yang saling terhubung di jaringan mengirimkan *data*, selain komunikasi, *IoT* memainkan peranan penting dalam pemantauan, perekaman, penyimpanan, dan tampilan data. Solusi *IoT* memberikan jalan baru untuk mendapatkan sumber daya yang hemat biaya. Teknologi *IoT* lebih sering digunakan untuk permasalahan lingkungan (Promput et al., 2023). oli yang mencemari laut menjadi salah satu permasalahan yang terjadi didaerah industri galangan kapal, sehingga Internet Of Things menjadi jawaban sebagai alat monitoring dan pengendalian.

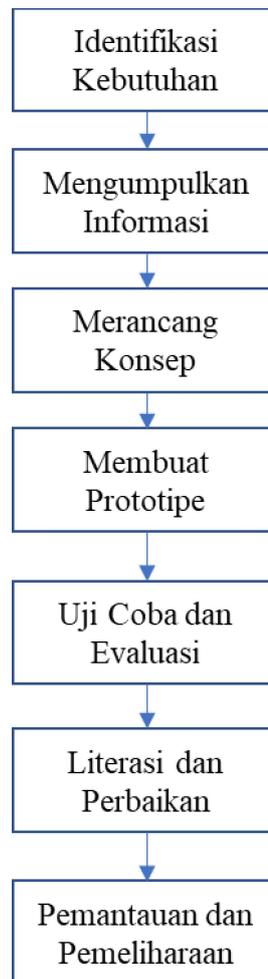
2.3.3 Oil Trap

Oil trap merupakan fasilitas yang digunakan untuk memisahkan campuran oli dengan air, perancangan *oil trap* ini digunakan *oil trap* jenis *gravity separator*, separator ini menggunakan prinsip pemisahan yang memanfaatkan beda berat jenis minyak dan air. Minyak yang memiliki densitas lebih rendah akan mengambang dan membentuk lapisan tipis di atas permukaan air (Widi et al., 2015). Pada objek penelitian *oil trap* yang sedang berjalan yaitu terdapat 2 trap, sistem yang cukup sederhana, trap dibuat dari plat besi, lalu oli yang menumpuk dipindahkan ke bak penampungan secara manual.

2.4 Metode Research And Development

Metodologi penelitian membantu peneliti untuk memahami cara mendekati dan menjawab pertanyaan penelitian dengan tepat, metode ilmiah diterima secara universal di abad ke-19, dan sampai sekarang ini merupakan metode yang digunakan oleh para peneliti dalam melakukan penelitian. Metode ilmiah terus berkembang dari waktu ke waktu, suatu metode ilmiah pada suatu masa bisa menghasilkan pengetahuan yang berguna dan akurat untuk suatu masa tetapi dapat berkembang di masa yang akan datang.

Penggunaan metode pengembangan sistem yang tepat dalam penelitian ini yaitu *metode Research And Development (R&D)*, dimana dengan metode ini dapat menghasilkan suatu produk, dan menguji keefektifan produk tersebut. Selain itu, metode ini juga bertujuan untuk menemukan, mengembangkan serta memvalidasi suatu produk. Adapun rangkaian proses dari metode *research and development* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Proses *Research And Development*

1. Identifikasi Kebutuhan
 - a. Lakukan studi literatur dan riset untuk memahami kebutuhan dan tantangan dan dampak yang dihasilkan.
 - b. Tentukan tujuan pengembangan alat, seperti deteksi oli, ketinggian oli.
2. Pengumpulan Data Awal
 - a. Kumpulkan data awal tentang kondisi dan keterbatasan dalam penelitian.
 - b. Identifikasi teknologi atau solusi yang telah ada dan evaluasi kelemahan serta kelebihan.

3. Rancang Konsep

- a. Buat konsep awal untuk alat berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan.
- b. Diskusikan konsep ini dengan ahli dan pengguna potensial untuk mendapatkan umpan balik awal.

4. Pembuatan Prototipe

- a. Buat prototipe pertama dari alat peringatan berdasarkan konsep awal.
- b. Prototipe ini mungkin belum sempurna tetapi berfungsi sebagai dasar untuk pengujian dan iterasi selanjutnya.

5. Uji Coba dan Evaluasi

- a. Lakukan uji coba lapangan dan bekerja sama dengan tim pengembangan.
- b. Kumpulkan umpan balik pengguna tentang kinerja prototipe, kemudahan penggunaan.

6. Iterasi dan Perbaikan

- a. Berdasarkan hasil uji coba, perbaiki prototipe dan iterasikan desain alat peringatan.
- b. Pastikan bahwa alat tersebut memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna.

7. Pemantauan dan Pemeliharaan

- a. Setelah peluncuran, terus pantau kinerja alat peringatan dan siapkan layanan pemeliharaan jika diperlukan.
- b. Terus berkomunikasi dengan pengguna untuk mengidentifikasi perbaikan lebih lanjut dan peningkatan produk.

Berdasarkan dari proses – proses tersebut maka menurut penulis, Metode *Research and Development (R&D)* merupakan metode yang sesuai dalam implementasi jaringan *LoRa* dalam *monitoring oil trap* berbasis *IoT*.

2.5 Alat dan Aplikasi

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan aplikasi yang digunakan dalam penelitian untuk merancang sistem yang akan dibuat.

2.5.1 Alat

1. Modul *LoRa SX1278*

Modul *LoRa SX1278* merupakan modul *transceiver* populer yang beroperasi pada teknologi modulasi *Long Range (LoRa)* dan menggunakan *chip SX1278*, yang diproduksi oleh Semtech.



Gambar 2. 2 Modul *LoRa SX1278*

Teknologi *LoRa* memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi *IoT*, terutama yang membutuhkan konektivitas nirkabel dalam jarak jauh. Modul *SX1278* menggunakan teknologi *LoRa spread spectrum* dengan artian Modul ini memiliki jangkauan yang sangat luas dibanding sistem modulasi *FSK*

(*Frequency Shift Keying*) atau *OOK (On-Off Keying)*. Untuk jangkauan yang maksimal, pengguna bisa menentukan spektrum sebaran *bandwidth*, *spreading factor (SF)* dan *error correction rate (CR)*, Modul *LoRa SX1276*, dapat disetel pada frekuensi 920 MHz – 923 MHz sesuai dengan regulasi di Indonesia (Suhartono & Rintiasti, 2022). Penelitian ini menggunakan modul *LoRa SX1278* dan dipasang pada *node transmitter* dan *node gateway*.

2. Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat jarak. Sensor ultrasonik digunakan karena sensor ini dapat mengukur jarak langsung dari objek yang telah ditentukan. Sensor ultrasonik juga dapat membantu mengukur level benda cair seperti minyak dan air (Prayetno et al., 2021).



Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonic pada penelitian digunakan untuk mendeteksi oli dengan jarak, ketika oli naik kepermukaan, maka akan mendorong pelampung ke permukaan sehingga ketika pelampung menyentuh angka yang ditentukan, sensor akan mengirim data kepada controller dan kemudian mentrigger pompa untuk menghisap oli yang terperangkap, hingga pelampung turun kemabali ke posisi semula.

3. Arduino Uno Atmega

Arduino Uno Atmega ini berperan sebagai pemroses sinyal dari sensor dan merupakan penerjemah sinyal analog menjadi sinyal digital yang kemudian akan diproses untuk mengirimkan data sesuai dengan kode program yang dirancang sebelumnya (Lianda et al., 2019).



Gambar 2. 4 Arduino Uno R3

Arduino Uno sebagai *controller* akan menerima inputan data dari sensor *ultrasonic*, kemudian di kirimkan kepada *node gateway* melalui modul *LoRa*.

4. Microcontroller ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler sistem-*on-chip* berbiaya rendah dan berdaya rendah yang populer dengan kemampuan *Wi-Fi* dan *bluetooth* terintegrasi (Kumaran & Lias, 2024).



Gambar 2. 5 Microcontroller ESP32

ESP32 terhubung ke modul *Wi-Fi* yang memungkinkan sistem terhubung ke internet untuk menyediakan pemantauan jarak jauh. selanjutnya data dari sensor akan dikirimkan ke *Telegram Bot*.

5. *Pump*

Pompa air adalah mesin berputar yang menggunakan baling-baling untuk meningkatkan aliran air untuk memindahkannya dari satu titik ke titik lainnya. Pompa air adalah mesin yang berputar di mana aliran dan tekanan dihasilkan secara dinamis. Baling-baling pompa air diputar oleh motor listrik untuk meningkatkan air mengalir saat masuk secara langsung. Air akan mendapatkan kecepatan dan tekanan saat mengalir melalui baling-baling dan keluar ke dalam diffuser atau penutup tempat air keluar (Zhiyung et al., 2024).



Gambar 2. 6 *Pump*

Pompa yang digunakan pada penelitian digunakan untuk menghisap oli yang ada pada trap dan dipindahkan pada bak penampungan.

2.5.2 Aplikasi

1. *Arduino IDE*

Arduino (IDE) merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk membuat program yang nantinya akan dimasukkan ke dalam mikrokontroler. Dengan program tersebut, diharapkan nantinya mikrokontroler dapat melakukan proses sesuai dengan yang diinginkan. Saat membuat program,

bahasa yang digunakan adalah bahasa C yang merupakan salah satu bahasa pemrograman yang telah dikenal luas di kalangan programmer (Irsyam, 2019).

2. *Telegram Bot*

Telegram merupakan sebuah layanan aplikasi pengirim pesan multi platform dan berbasis cloud. Dengan Telegram, user dapat mengirim pesan, video, foto, audio dan berkas dengan berbagai tipe yang terenkripsi secara end to end. Maka dari itu pesan yang dikirim user aman dari pihak ketiga bahkan pihak telegram pun tidak dapat mengaksesnya. Pengguna aplikasi Telegram dapat mengakses satu account di berbagai perangkat secara bersamaan serta dapat membagikan file hingga 1.5gb (Santoso & Suharjo, 2024). Telegram bot pada penelitian digunakan sebagai pesan ataupun pemberitahuan terkait oil trap sistem, memberi informasi terkait pendeteksi oli dan ketinggian oli pada bak penampungan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Dalam pemanfaatan teknologi *Internet Of Things*, ada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan,

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

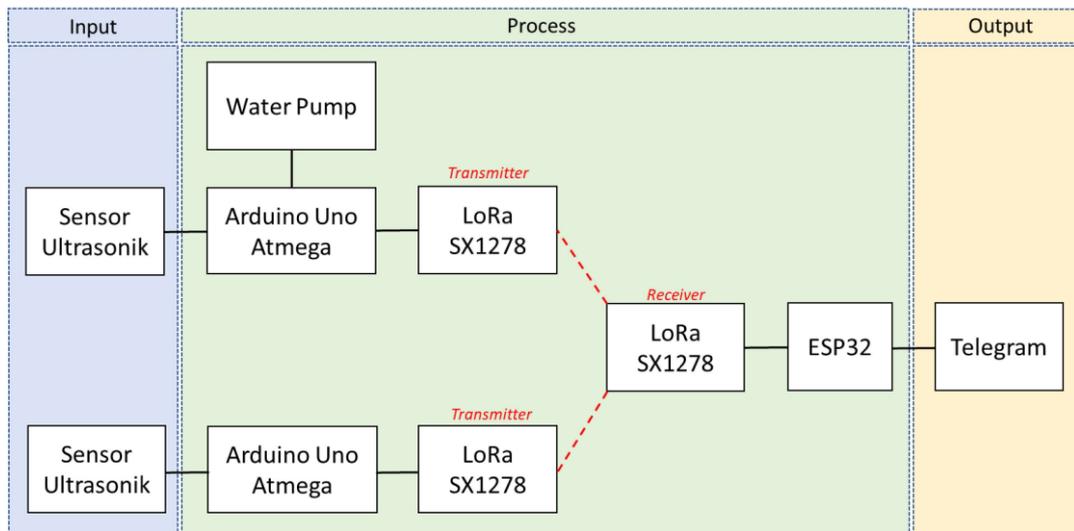
No	Tahun	Jurnal	Judul	Peneliti	Metode	Alat	Hasil
1	2020	<i>International Journal Of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)</i>	<i>A Real Time Engine Oil Monitoring System for Diagnosis of Lubricant using IoT Network</i>	Keshav Kumar Jha, B.S. Pabla	Data Acquisition and Monitoring System (DAMS)	Arduino Nano, LDR, Ultrasonic, LM35	Sistem Berfungsi dengan Baik.
2	2022	<i>Jurnal Kinetik</i>	<i>Performance evaluation of LoRa in farm irrigation system with internet of things</i>	Kurniawan Dwi Irianto	<i>Experimental Research</i>	LoRa RFM95W, ESP 32, Water Sensor	Performa LoRa optimal diamati pada jarak kurang dari 1 km, dimana PDR antara 70-100%.

3	2022	Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik	<i>E-WATER METER FOR SMART CITY BASED ON LORA TECHNOLOGY</i>	Aan Anto Suhartono, Aneke Rintiasti	<i>Experimental Research</i>	LoRa SX1276, Arduino Nano, Lora LG-01S, Water Flow Sensor	Prototipe E-Water Meter berhasil mengirimkan data konsumsi air secara nirkabel dan real time dengan tingkat gagal 0,79% . LoRa menggunakan frekuensi kerja 921 MHz. level Received Signal Strength Indication (RSSI) tertinggi = -82 dBm dan terendah = -120 dBm.
4	2023	<i>TEM JOURNAL</i>	<i>Design and Analysis Performance of IoT Based Water Quality</i>	Sommart Promput, dkk	<i>Design Science Research (DSR)</i>	<i>sensor DS18B20, Turbidity Sensor, PH</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat dapat menampilkan memantau kualitas air

5	2019	SIGMA TEKNIKA	Monitoring System using LoRa Technology	Muhammad Irsyam	Prototipe	Sensor IR, sensor LDR, Arduino Atmega328	pembacaan sensor bisa membaca status kelayakan oli dengan persentase error 0%
			PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KELAYAKAN OLI PADA KENDARAAN SEPEDA MOTOR BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA328				

2.7 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan suatu alur logika sistematis dari penelitian.



Gambar 2. 7 Kerangka Pemikiran

Pada kerangka pemikiran terdapat masalah yang telah diidentifikasi yaitu bagaimana membangun sistem *monitoring oil trap*, bagaimana memastikan oil trap pertama berjalan dan bagaimana pengiriman data dari sistem *Monitoring Oil Trap* berbasis *Internet Of Things* pada industri galangan kapal dengan area yang luas, dari masalah tersebut penelitian menggunakan teori dari penelitian terdahulu diharapkan mampu menghasilkan implementasi jaringan *LoRa* dalam monitoring *oil trap* berbasis *Internet Of Things* menggunakan metode *research and development*.