

**SKRIPSI**

**EKSPLORASI DAN IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT-SN  
(MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT FOR  
SENSOR NETWORK) DI WIRELESS SENSOR NETWORK**



**Geraldi Akira Surya**

**NPM: 6181801002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2023**



**UNDERGRADUATE THESIS**

**EXPLORATION AND IMPLEMENTATION OF MQTT-SN  
(MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT FOR  
SENSOR NETWORK) PROTOCOL IN WIRELESS SENSOR  
NETWORK**



**Geraldi Akira Surya**

**NPM: 6181801002**

**DEPARTMENT OF INFORMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2023**

# LEMBAR PENGESAHAN

## EKSPLORASI DAN IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT-SN (MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT FOR SENSOR NETWORK) DI WIRELESS SENSOR NETWORK

Geraldi Akira Surya

NPM: 6181801002

Bandung, 19 Juni 2023

Menyetujui,

Pembimbing

Digitally signed  
by Elisati Hulu

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji  
Digitally signed  
by Chandra  
Wijaya

Chandra Wijaya, M.T.

Anggota Tim Penguji  
Digitally signed  
by Pascal  
Alfadian Nugroho

Pascal Alfadian, Nugroho, M.Comp.

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Digitally signed  
by Mariskha Tri  
Adithia

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **EKSPLORASI DAN IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT-SN (MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT FOR SENSOR NETWORK) DI WIRELESS SENSOR NETWORK**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 19 Juni 2023



Geraldi Akira Surya  
NPM: 6181801002

## ABSTRAK

*Wireless Sensor Networks* (WSN) merupakan jaringan nirkabel yang terdiri dari kumpulan node-node sensor nirkabel yang dapat melakukan pengambilan data. Pada umumnya sensor-sensor tersebut beroperasi menggunakan baterai, serta memiliki kapasitas penyimpanan dan kemampuan pengolahan yang terbatas. Pada Internet of Things (IoT) seringkali digunakan protokol MQTT untuk mengirimkan data dari node sensor ke klien. Namun protokol MQTT tidak dioptimalkan untuk WSN. WSN biasanya memiliki keterbatasan tempat penyimpanan, keterbatasan kemampuan pengolahan yang terbatas, serta beberapa keterbatasan koneksi nirkabel.

Protokol Message Queuing Telemetry Transport for Sensor Network (MQTT-SN) merupakan protokol perpanjangan dari protokol MQTT namun sudah dioptimalkan untuk penggunaan pada WSN. Pada penelitian ini telah dibangun aplikasi publish-subscribe dengan protokol MQTT-SN dan MQTT untuk melakukan eksplorasi dan implementasi protokol MQTT-SN pada WSN. Fitur MQTT-SN yang diimplementasikan pada aplikasi ini adalah fitur pencarian gateway, fitur koneksi, dan fitur *publish*.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian fungsional dan experimental terhadap program aplikasi publish-subscribe dengan protokol MQTT-SN dan MQTT. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa klien dengan protokol MQTT-SN dapat mengirimkan data ke klien dengan protokol MQTT.

**Kata-kata kunci:** Wireless Sensor Network, Eksplorasi, MQTT, MQTT-SN



## **ABSTRACT**

Wireless Sensor Networks (WSN) are wireless networks consisting of a collection of wireless sensor nodes that can gather data. Typically, these sensors operate using batteries and have limited storage and processing capabilities. In the Internet of Things (IoT), the MQTT protocol is often used to transmit data from sensor nodes to clients. However, MQTT protocol is not optimized for WSN. WSN usually have limitations in storage space, limited processing capabilities, and some wireless connectivity constraints.

The Message Queuing Telemetry Transport for Sensor Network (MQTT-SN) protocol is an extension of the MQTT protocol, specifically optimized for WSN usage. In this study, an application using MQTT-SN and MQTT protocols for publish-subscribe has been developed to explore and implement the MQTT-SN protocol in WSN. The implemented features of MQTT-SN in this application include gateway discovery, connection feature, and publish feature.

Functional and experimental testing of the publish-subscribe application with MQTT-SN and MQTT protocols was conducted in this study. From the conducted testing, it can be concluded that clients using MQTT-SN protocol are able to send data to clients using MQTT protocol.

**Keywords:** Wireless Sensor Network, Exploration, MQTT, MQTT-SN



*Skripsi ini dipersembahkan untuk mamih dan almarhum papih*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, karena dengan berkat dan bantuan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Eksplorasi dan Implementasi Protokol MQTT-SN (*Message Queuing Telemetry Transport for Sensor Network*) di *Wireless Sensor Network*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak rasa terima kasih kepada:

1. Mamih (Yuli Tanuwidjaya) yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta doa terhadap penulis.
2. Bapak Elisati Hulu, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meminjamkan perangkat Preon32 serta telah memberikan arahan, saran, ajaran, kritik, dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Chandra Wijaya, S.T., M.T., dan Bapak Pascal Alfadian, S.Kom., M.Comp. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis.
4. Anggota keluarga besar Ancol, dan anggota keluarga besar Moh. Toha, yang telah mendoakan dan selalu memberikan semangat.
5. Daniel Alexander Kefas dan Lucyus Matthew Ardivan yang selalu memberikan canda tawa dan dukungan kepada penulis.
6. Tim Admin Labkom FTIS 2021-2023 (Ko Andreas, Lord Patrick, Juan, Obed, Gian, Lucyus, Vincent, Dimas, Dearen, Vito) dan Bapak Raymond Chandra selaku Kepala Lab yang telah membantu dalam berbagai kondisi di admin, serta memberikan semangat, dan saran terkait penulisan dokumen skripsi ini.
7. Dimas Kurniawan sebagai teman mahasiswa bimbingan Pak Eli yang telah berjuang bersama dan bertukar pikiran dengan penulis.
8. Ko Rikie yang telah bersedia mendengarkan keluh kesah penulis serta memberikan nasihat dan motivasi kepada penulis.
9. Yalvi, Nadia, dan Astri yang telah meramaikan suasana dan menyempitkan ruangan admin.
10. Teman-teman informatika angkatan 2018 yang berjuang menulis skripsi bersama dan bersedia bertukar informasi.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis terbuka atas kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan menginspirasi penelitian-penelitian selanjutnya.

Bandung, Juni 2023

Penulis



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR KODE PROGRAM	xxv
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Wireless Sensor Network [1]	5
2.2 Perangkat Keras WSN [2]	6
2.2.1 Prosesor tertanam	6
2.2.2 Pemancar	7
2.2.3 Memori	7
2.2.4 Sumber Daya	7
2.2.5 Sensor	7
2.3 Aplikasi dari Wireless Sensor Network [3]	7
2.4 IEEE 802.15.4	8
2.5 Sistem <i>Publish/Subscribe</i> [4]	9
2.6 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) [4]	10
2.7 Message Queuing Telemetry Transport for Sensor Network (MQTT-SN) [4]	11
2.7.1 Arsitektur MQTT-SN [5]	12
2.7.2 Format Pesan	14
2.8 Deskripsi Fitur pada MQTT-SN [5]	17
2.8.1 Mendukung Beberapa <i>Gateway</i>	17
2.8.2 Prosedur Mempersiapkan Koneksi Klien	18
2.8.3 Prosedur <i>Update data Will</i>	19
2.8.4 Prosedur Mendaftarkan Nama Topik	19
2.8.5 Prosedur <i>Publish</i>	19
2.8.6 Id topik " <i>Pre-defined</i> " dan nama topik pendek	19
2.8.7 Prosedur <i>Publish</i> pada <i>Gateway</i>	20
2.9 Broker awan EMQX	20
2.10 Preon32	21

2.11	<i>Library Eclipse Paho Javascript Client</i> . . . . .	22
2.12	<i>Library Eclipse Paho Java Client for MQTTv5</i> . . . . .	22
<b>3</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>25</b>
3.1	Analisis MQTT-SN . . . . .	25
3.1.1	Format Pesan MQTT-SN . . . . .	26
3.1.2	Arsitektur MQTT-SN . . . . .	27
3.2	Analisis Perangkat Lunak yang Akan Dibangun . . . . .	27
3.3	Analisis Topologi Jaringan . . . . .	28
3.4	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak . . . . .	28
3.5	Analisis Diagram <i>Use Case</i> . . . . .	30
3.6	Diagram Kelas Sederhana . . . . .	30
3.7	Analisis Implementasi Broker . . . . .	32
3.8	Analisis Pemetaan Alamat Node dengan Identitas Node . . . . .	33
3.9	Analisis <i>Library Eclipse Paho Java Client for MQTTv5</i> . . . . .	34
3.10	Analisis <i>Library Eclipse Paho Javascript Client</i> . . . . .	35
3.10.1	Analisis perbedaan MQTTv5 dan MQTTv3 . . . . .	36
<b>4</b>	<b>PERANCANGAN</b>	<b>37</b>
4.1	Perancangan Implementasi Topik . . . . .	37
4.2	Perancangan Identitas Topik dengan Nama Topik . . . . .	37
4.3	Perancangan Pemetaan Identitas Node . . . . .	38
4.4	Perancangan Format Data pada Pesan PUBLISH . . . . .	38
4.5	Perancangan Diagram Urutan Aplikasi <i>Publish/Subscribe</i> dengan Protokol MQTT-SN dan MQTT . . . . .	38
4.5.1	Diagram Urutan Aplikasi Web Menampilkan Data sebagai <i>Subscriber</i> . . . . .	38
4.5.2	Diagram Urutan Pencarian <i>Gateway</i> pada Aplikasi Arsitektur MQTT-SN . . . . .	39
4.5.3	Diagram Urutan Membangun Koneksi pada Aplikasi Arsitektur MQTT-SN . . . . .	39
4.5.4	Diagram Urutan Klien Melakukan <i>Publish</i> pada Aplikasi Arsitektur MQTT-SN . . . . .	41
4.6	Perancangan Kelas pada Aplikasi Arsitektur MQTT-SN . . . . .	41
4.6.1	Diagram <i>package</i> pada Aplikasi Arsitektur MQTT-SN . . . . .	41
4.6.2	Penjelasan Diagram Kelas untuk Aplikasi pada Arsitektur MQTT-SN . . . . .	44
4.7	Perancangan Antarmuka Web . . . . .	51
<b>5</b>	<b>IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b>	<b>53</b>
5.1	Implementasi . . . . .	53
5.1.1	Lingkungan Implementasi . . . . .	53
5.1.2	Hasil Implementasi . . . . .	54
5.2	Pengujian . . . . .	59
5.2.1	Pengujian Fungsional . . . . .	59
5.2.2	Pengujian Eksperimental . . . . .	61
5.2.3	Pengujian Jumlah Pesan yang Hilang . . . . .	64
5.2.4	Analisis Hasil Pengujian . . . . .	64
5.3	Masalah yang dihadapi saat Implementasi . . . . .	65
<b>6</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>67</b>
6.1	Kesimpulan . . . . .	67
6.2	Saran . . . . .	67
	<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>69</b>
	<b>A KODE PROGRAM</b>	<b>71</b>







## DAFTAR GAMBAR

2.1	Gambar arsitektur umum WSN . . . . .	5
2.2	Struktur jaringan sensor datar . . . . .	6
2.3	Struktur jaringan sensor hierarkis . . . . .	6
2.4	Struktur superframe . . . . .	9
2.5	WSN dengan komunikasi <i>publish/subscribe</i> . . . . .	10
2.6	Arsitektur MQTT-SN . . . . .	13
2.7	<i>Gateway</i> Transparan dan Agregasi . . . . .	13
2.8	Prosedur Koneksi . . . . .	18
2.9	Mesin virtual milik VIRTENIO dapat digunakan pada perangkat yang berbeda . . . . .	21
3.1	Arsitektur MQTT-SN yang digunakan pada penelitian . . . . .	28
3.2	Topologi jaringan yang digunakan . . . . .	29
3.3	Diagram <i>use case</i> untuk aplikasi web <i>subscriber</i> MQTT . . . . .	30
3.4	Diagram Kelas Sederhana <i>MqttsnClient</i> . . . . .	31
3.5	Diagram Kelas Sederhana <i>MqttsnForwarder</i> . . . . .	31
3.6	Diagram Kelas Sederhana <i>Gateway</i> . . . . .	31
3.7	Percobaan <i>subscribe</i> menggunakan aplikasi klien EMQ <i>online</i> . . . . .	33
3.8	Percobaan <i>publish</i> menggunakan aplikasi klien EMQ <i>online</i> . . . . .	34
3.9	Pengujian . . . . .	36
4.1	Diagram urutan aplikasi web menampilkan data sebagai <i>subscriber</i> . . . . .	39
4.2	Diagram urutan pencarian <i>gateway</i> pada aplikasi arsitektur MQTT-SN . . . . .	40
4.3	Diagram urutan membangun koneksi pada aplikasi arsitektur MQTT-SN . . . . .	40
4.4	Diagram urutan klien melakukan <i>publish</i> pada aplikasi arsitektur MQTT-SN . . . . .	41
4.5	Diagram kelas sederhana dari aplikasi pada Klien MQTT-SN . . . . .	42
4.6	Diagram kelas sederhana dari aplikasi pada MQTT-SN <i>forwarder</i> . . . . .	42
4.7	Diagram kelas sederhana dari aplikasi pada MQTT-SN <i>gateway</i> . . . . .	43
4.8	Diagram Kelas untuk aplikasi pada Klien MQTT-SN . . . . .	44
4.9	Diagram Kelas untuk aplikasi pada MQTT-SN <i>Forwarder</i> . . . . .	47
4.10	Diagram Kelas untuk <i>package</i> MQTT-SN <i>gateway</i> . . . . .	49
4.11	Rancangan antar muka aplikasi web . . . . .	52
5.1	MQTT-SN GW berhasil menerima pesan SEARCHGW dan membalasnya . . . . .	60
5.2	MQTT-SN GW berhasil menerima pesan CONNECT dan membalasnya . . . . .	60
5.3	<i>Gateway</i> berhasil menerima pesan PUBLISH dan meneruskannya ke broker . . . . .	61
5.4	Antarmuka web sebelum mendapatkan data dari broker . . . . .	61
5.5	Antarmuka web setelah mendapatkan data dari broker . . . . .	62



## DAFTAR TABEL

2.1	Format umum pesan MQTT-SN . . . . .	14
2.2	<i>Header</i> pesan . . . . .	14
2.3	Nilai untuk bidang <i>MsgType</i> . . . . .	15
2.4	Bidang <i>Flags</i> . . . . .	15
2.5	Nilai <i>ReturnCode</i> . . . . .	16
2.6	Format pesan <i>SEARCHGW</i> . . . . .	16
2.7	Format pesan <i>GWINFO</i> . . . . .	16
2.8	Format pesan <i>CONNECT</i> . . . . .	17
2.9	Format pesan <i>CONNACK</i> . . . . .	17
2.10	Format pesan <i>PUBLISH</i> . . . . .	17
3.1	Contoh hasil <i>subscribe</i> menggunakan <i>wildcard</i> "+" . . . . .	25
3.2	Contoh hasil <i>subscribe</i> menggunakan <i>wildcard</i> "#" . . . . .	25
3.3	Tabel skenario melihat data hasil <i>subscribe</i> . . . . .	30
3.4	Pemetaan antara alamat node dengan identitas node . . . . .	33
4.1	Tabel nama topik . . . . .	37
4.2	Tabel pemetaan identitas topik dengan nama topik . . . . .	37
4.3	Tabel pemetaan identitas node dengan alamat node . . . . .	38
4.4	Tabel perancangan format data . . . . .	38
5.1	Tabel hasil pengujian mematikan klien MQTT-SN . . . . .	62
5.2	Tabel hasil pengujian mematikan lalu menyalakan kembali klien MQTT-SN . . . . .	63
5.3	Tabel hasil pengujian penggunaan 2 identitas klien yang sama . . . . .	64
5.4	Tabel hasil pengujian jumlah pesan yang hilang . . . . .	64
B.1	Tabel hasil pengujian mematikan klien MQTT-SN . . . . .	85
B.2	Tabel hasil pengujian mematikan lalu menyalakan kembali klien MQTT-SN . . . . .	85
B.3	Tabel hasil pengujian penggunaan 2 identitas klien yang sama . . . . .	86
B.4	Tabel hasil pengujian jumlah pesan yang hilang . . . . .	86



## DAFTAR KODE PROGRAM

3.1	Kode untuk mencoba <i>library Eclipse Paho Java Client</i> . . . . .	34
3.2	Kode untuk mencoba <i>library Eclipse Paho Javascript Client</i> . . . . .	35
5.1	Metode <i>runMQTTSN</i> pada kelas <i>MqtttnClient</i> . . . . .	54
5.2	Metode <i>createSEARCHGW</i> pada kelas <i>MqtttnAssembler</i> . . . . .	55
5.3	Metode <i>createGWINFO</i> pada kelas <i>MqtttnAssembler</i> . . . . .	55
5.4	Metode <i>createCONNECT</i> pada kelas <i>MqtttnAssembler</i> . . . . .	55
5.5	Metode <i>createCONNACK</i> pada kelas <i>MqtttnAssembler</i> . . . . .	56
5.6	Metode <i>createPUBLISH</i> pada kelas <i>MqtttnAssembler</i> . . . . .	56
5.7	Metode <i>encapsulateMessage</i> pada kelas <i>MqtttnAssembler</i> . . . . .	56
5.8	Metode <i>getAllValue</i> pada kelas <i>Preon32Sensor</i> . . . . .	57
5.9	Metode <i>handleReceivedMqtttnMessage</i> pada kelas <i>Preon32Sensor</i> . . . . .	57
5.10	Metode <i>handleReceivedMqtttnMessage</i> pada kelas <i>Preon32Sensor</i> . . . . .	58
A.1	<i>MqtttnClient.java</i> . . . . .	71
A.2	<i>Preon32Sensor.java</i> . . . . .	72
A.3	<i>MqtttnAssembler.java</i> . . . . .	74
A.4	<i>MqtttnDisassembler.java</i> . . . . .	75
A.5	<i>MqtttnForwarder.java</i> . . . . .	75
A.6	<i>MqtttnGatewayUpload.java</i> . . . . .	77
A.7	<i>Mqttv5Connection.java</i> . . . . .	79
A.8	<i>index.html</i> . . . . .	80
A.9	<i>styles.css</i> . . . . .	82
A.10	<i>script.js</i> . . . . .	83

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Wireless Sensor Networks* (WSN) merupakan jaringan nirkabel yang terdiri dari kumpulan node-node sensor nirkabel yang dapat melakukan pengambilan data. Pada umumnya sensor-sensor tersebut beroperasi menggunakan baterai, serta memiliki kapasitas penyimpanan dan kemampuan pengolahan yang terbatas. Selama ini WSN digunakan untuk mengirimkan data yang dikoleksi oleh perangkat sensor ke aplikasi yang membutuhkannya. Umumnya aplikasi tidak berada dalam satu jaringan WSN melainkan berada di internet. Bila aplikasi ingin dapat terhubung ke WSN maka WSN perlu terhubung ke internet. Sehingga umumnya suatu perangkat *gateway* akan dipasang untuk menghubungkan WSN ke internet. Pada jaringan tradisional bila aplikasi membutuhkan suatu informasi dari salah satu node sensor maka aplikasi akan meminta informasi tersebut ke *sink* yang mengelola node sensor tersebut. Setelah itu *sink* akan mengirimkan informasi dari node sensor ke *gateway* kemudian *gateway* akan meneruskannya ke aplikasi.

Pada *Internet of Things* (IoT) ketika aplikasi ingin meminta informasi dari perangkat sensor maka aplikasi tersebut perlu mengetahui alamat IP dari perangkat sensor yang dituju, kemudian aplikasi menjalin koneksi dengan perangkat sensor tersebut. Hal ini akan menjadi menjadi cukup bermasalah saat aplikasi membutuhkan informasi dari banyak perangkat sensor. Karena bila aplikasi tersebut membutuhkan informasi dari beberapa perangkat sensor maka aplikasi tersebut perlu mengolah dan menyimpan alamat IP dari perangkat sensor yang jumlahnya besar. Terlebih lagi, beberapa aplikasi bisa saja meminta informasi dari perangkat sensor yang sama. Pada kasus ini, perangkat sensor perlu mengolah dan menjaga komunikasi ke beberapa aplikasi secara paralel. Hal ini mungkin akan melebihi kemampuan perangkat sensor yang biasanya sederhana.

Masalah-masalah di atas dapat dilewati dengan menggunakan sistem komunikasi “*Publish/Subscribe*”. Pada model komunikasi ini komponen yang ingin mendapatkan informasi tertentu akan mendaftarkan keinginan mereka. Proses mendaftarkan keinginan ini disebut sebagai *subscribing*, dan komponen yang melakukan pendaftaran tersebut disebut sebagai *subscriber*. Sedangkan komponen yang akan mengumumkan informasi adalah *publisher*. Kemudian komponen yang memastikan informasi dari *publisher* sampai ke *subscriber* adalah *broker*.

Ada tiga jenis utama sistem *publish/subscribe* yaitu *topic-based*, *type-based*, *content-based*. Pada sistem *topic-based*, biasanya seluruh topiknya sudah diketahui terlebih dahulu. Sehingga *subscribe* dan *publish* hanya dapat dilakukan terhadap topik-topik yang sudah ditentukan. Pada sistem *type-based*, *subscriber* menyatakan tipe data yang diminati (misalnya data suhu). Pada sistem *content-based*, *subscriber* menjelaskan isi pesan yang ingin diterimanya. Misalnya *subscriber* membutuhkan data suhu dan data cahaya ketika suhu menyacpai batas suhu tertentu dan lampu sedang menyala.

Salah satu protokol untuk sistem *publish/subscribe* adalah protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Protokol ini merupakan protokol ringan yang dirancang untuk perangkat terbatas. MQTT dirancang sedemikian rupa agar implementasinya sangat sederhana pada sisi klien (sisi perangkat sensor). Seluruh hal kompleks pada sistem diletakkan pada sisi *broker*. Protokol MQTT berjalan di atas *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) dan umum digunakan untuk keperluan *Internet of Things* (IoT).

MQTT merupakan protokol sistem *publish/subscribe* yang bersifat *topic-based*. MQTT menggunakan *string* untuk mendukung penggunaan topik dengan hierarki. Hal ini juga memungkinkan *subscriber* untuk *subscribe* ke beberapa topik. Misalnya perangkat sensor suhu di ruangan "R24" yang berada di lantai "L1" dapat mempublikasikan datanya dengan topik hierarkis "*wsn/sensor/L1/R24/temperature*". Karakter garis miring ke depan "/" digunakan untuk memisahkan setiap bagian topik. Karakter *wildcard* juga dapat digunakan untuk mengganti bagian topik mana saja. Misalkan string "*wsn/sensor/L1/+/temperature*" bisa digunakan untuk melakukan *subscribe* ke data yang dikumpulkan oleh seluruh perangkat sensor suhu di lantai "L1".

Meskipun MQTT sering digunakan untuk keperluan IoT, MQTT tidak dioptimalkan untuk WSN. WSN biasanya memiliki keterbatasan tempat penyimpanan, keterbatasan kemampuan pengolahan, serta beberapa keterbatasan terkait koneksi nirkabel. Hal tersebut bisa diatasi dengan menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport for Sensor Network* (MQTT-SN). MQTT-SN merupakan perpanjangan dari protokol MQTT yang sudah dioptimalkan untuk WSN.

Protokol MQTT-SN ini digunakan pada WSN, di mana node sensor pada WSN akan bertindak sebagai klien MQTT-SN. Klien MQTT-SN menggunakan protokol MQTT-SN sedangkan broker menggunakan protokol MQTT sehingga pada arsitektur MQTT-SN dibutuhkan perangkat MQTT-SN *gateway* sebagai penghubung sekaligus penerjemah antara WSN dan *broker* yang berbeda protokol. Perangkat sensor akan terhubung sampai ke MQTT-SN *gateway* menggunakan protokol MQTT-SN kemudian *gateway* akan menggunakan protokol MQTT untuk terhubung ke *broker*.

Pada skripsi ini akan dilakukan eksplorasi dan implementasi terhadap protokol MQTT-SN pada jaringan WSN. Penulis akan membuat aplikasi *publish/subscribe* dengan protokol MQTT-SN dan MQTT. Aplikasi ini terdiri dari dua bagian besar, bagian pertama adalah aplikasi untuk arsitektur MQTT-SN, di mana klien pada arsitektur MQTT-SN akan bertugas sebagai *publisher* dengan protokol MQTT-SN. Aplikasi bagian kedua adalah aplikasi berbasis web yang memiliki antarmuka untuk menampilkan data-data yang diperoleh sebagai *subscriber* dengan protokol MQTT.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi yang telah diuraikan, rumusan masalah yang dikaji adalah sebagai berikut:

- Bagaimana cara kerja protokol MQTT-SN pada WSN?
- Bagaimana cara mengimplementasikan protokol MQTT-SN pada WSN?
- Bagaimana cara menguji WSN yang menggunakan protokol MQTT-SN?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah diuraikan, maka tujuan dari pengerjaan skripsi ini:

- Mempelajari cara kerja protokol MQTT-SN pada jaringan WSN.
- Membangun perangkat lunak yang mengimplementasi protokol MQTT-SN pada WSN sehingga WSN dapat mempublikasikan data sesuai topik yang ditentukan.
- Membangun perangkat lunak untuk menjadi *subscriber* dan dapat berlangganan data sesuai topik yang ditentukan.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Sensor yang digunakan untuk penelitian hanya sensor untuk mengukur suhu, kelembaban udara, tekanan udara, dan percepatan.
2. Aplikasi pada sisi *subscriber* hanya dapat diakses melalui situs web.
3. Fitur MQTT-SN yang diimplementasikan pada program arsitektur MQTT-SN adalah fitur pencarian *gateway*, fitur koneksi, dan fitur *publish*.

## 1.5 Metodologi

1. Melakukan studi literatur terkait *Wireless Sensor Network*.
2. Melakukan studi literatur terkait protokol *Message Queueing Telemetry Transport*.
3. Melakukan studi literatur dan eksplorasi terkait protokol *Message Queueing Telemetry Transport for Sensor Network*.
4. Mempelajari cara pemrograman untuk Preon32, dan MQTT-SN *gateway*.
5. Melakukan analisis terhadap perangkat lunak yang akan dibangun.
6. Melakukan implementasi program arsitektur MQTT-SN.
7. Membangun perangkat lunak web untuk menampilkan data di sisi *subscriber*.
8. Melakukan pengujian terhadap perangkat lunak.
9. Melakukan analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan.
10. Menulis dokumen skripsi.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan untuk skripsi ini terdiri dari beberapa bab yaitu:

1. Bab 1 Pendahuluan, memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, sistematika pembahasan.
2. Bab 2 Dasar Teori, memuat teori-teori yang digunakan untuk mendukung perancangan dan implementasi aplikasi web pemantauan sensor dengan protokol MQTT-SN.
3. Bab 3 Analisis, memuat analisis MQTT-SN, analisis perangkat lunak yang akan dibangun, analisis topologi jaringan, analisis kebutuhan perangkat lunak, analisis *use case diagram*, diagram kelas sederhana, analisis pemetaan identitas node dengan alamat node.
4. Bab 4 Perancangan, memuat perancangan antarmuka web, perancangan identitas topik dengan nama topik, perancangan pemetaan identitas node, perancangan format data pada pesan PUBLISH, perancangan sequence diagram, dan perancangan kelas.
5. Bab 5 Implementasi dan Pengujian, memuat penjelasan implementasi, pengujian yang dilakukan, analisis pengujian yang telah dilakukan.
6. Bab 6 Kesimpulan, memuat kesimpulan dari penelitian ini dan saran-saran untuk pengembangan selanjutnya.