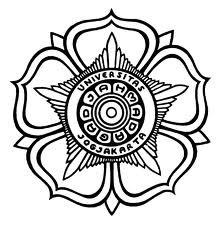
**RESEARCH PLAN**

**IMPLEMENTASI DAN ANALISIS *FAILOVER* DENGAN PROTOKOL *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT* PADA MOSQUITTO DAN VERNE MQ**

***IMPLEMENTATION AND ANALYSIS OF FAILOVER WITH MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT PROTOCOL ON MOSQUITTO AND VERNE MQ***



**Diajukan oleh :**

**HIMAWAN ANDRIAN SATRYA PUTRA**

15/386762/SV/10148

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA INTERNET**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**YOGYAKARTA**

**2019**

# BAB I

**PENDAHULUAN**

## Latar Belakang

Pengguna internet terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Menurut data yang dirilis oleh Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia, pada tahun 2016 terdapat 132,7 juta orang , data ini mengalami peningkatan di tahun 2017 tercatat 143,26 juta jiwa dari total 262 juta orang pengguna internet di Indonesia. (APJII, 2017). Pertumbuhan pengguna yang disertai berkembangnya layanan baru seperti virtualisasi server, cloud computing, dan internet of things . Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas konektivitas internet yang tersambung secara terus menurus. Internet of Things (IoT) sebagai sebuah infrastruktur jaringan global yang menghubungkan benda-benda fisik dan virtual yang serta memiliki kemampuan komunikasi dengan sensor (Anggraini , 2017).

Melihat perkembangan penggunaan internet yang sangat pesat tersebut masyarakat membutuhkan perangkat yang dapat selalu terkoneksi internet dengan teknologi nirkabel. Salah satu teknologi komunikasi nirkabel tersebut yaitu M2M (Machine-to- Machine) Communication. Komunikasi M2M itu sendiri merupakan komunikasi antar, dua perangkat atau lebih yang memiliki kemampuan sama yang terhubung satu sama lain (Doni Pradana, 2012). Komunikasi M2M ini juga banyak diaplikasikan untuk pemantauan suhu, kelembapan, kesehatan, hingga pengendalian jarak jauh. Komunikasi pada perangkat M2M pada saat ini banyak menggunakan media komunikasi.

IoT sangat erat hubungannya dengan instilah M2M ini. Semua tools dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan “*SMART*”, Pengaplikasian IoT kedalam *Smart Solution* seperti Smarthome, Smartfactory , Smartstadium serta Smartcity (Indonesian Cloud, 2017). Rumah Pintar (Smarthome) itu sendiri merupakan ide dari pengguna rumah untuk dapat mengatur dan mengendalikan lampu , pintu ataupun kipas angin pada bagian rumahnya yang terintegrasi ke *smartphone* atau *gadget* lainnya, intergrasi itu dapat menggunakan aplikasi seperti google assistant ataupun *gadget* seperti google home. Integrasi itu dapat dilakukan apabila ada sebuah protokol penghubung antara gadget dengan *controller.* Salah satu protokol yang dapat diimplementasikan didalam smarthome adalah protokol MQTT yang bertipe publish/subscribe. Pada protokol MQTT, broker penting pada keberhasilan proses komunikasi, hal ini terjadi karena komunikasi yang dilakukan antara *publisher* maupun *subscriber* harus melalui perantara broker (Hayun & Wibisono, 2017). Broker pada MQTT yang menjadi penghubung antara *publisher* maupun *subscriber* dapat memiliki kemungkinan tidak dapat dihubungi atau tidak tersedia , hal ini mungkin dapat disebabkan karena broker memiliki permasalahan pada perangkat keras yang digunakan ataupun jaringan yang digunakan , ketika broker tidak tersedia maka publisher dan subscriber tidak dapat berkomunikasi. Jika telah terjadi kegagalan komunkasi antara publisher dan subscriber dapat digunakan sebuah maknisme pengimplementasian failover pada broker. Failover adalah proses perpindahan link dari primary link menuju ke backup link (Rifai & Supriyanto , 2017), melihat hal tersebut dengan tersedianya broker cadangan maka kita dapat meminimalisir kegagalan komunikasi yang terjadi antara broker dan subscriber jika terjadinya kegagalan pada broker utama dengan mengenalkan backup link yang tersedia pada arduino yang ada.

Melihat hal tersebut, penelitian ini akan ditunjukkan untuk menganalisis dan juga mengimplementasikan failover menuju broker dengan protokol Message Queuing Telemetry Transport pada komunikasi M2M dalam penelitian ini juga dianalasis kinerja ESP8266 dan ESP32 menuju broker yaitu dalam segi Throughput, Packet Loss , Delay dan juga Jitter.

## Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah pada penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah Mosquitto bisa di terapkan pada perangkat Raspberry pi
2. Apakah Virme MQ bisa di terapkan pada perangkat Raspberry pi
3. Berapa lama downtime berlangsung pada saat dilakukan metode planned downtime pada kedua buah broker.
4. Bagaimana kinerja jaringan pada parametear QoS (Delay , jitter , throughput) dengan perangkat ESP8266 dan ESP 32 dalam implementasi menggunakan protokol Message Queuing Telemetry Transport pada Mosquitto dan Virme MQ.

## Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang mengacu pada tujuan penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

Software yang dijalankan untuk penelitian ini adalah Mosquitto versi 1.4.9

Software yang dijalankan untuk penelitian ini adalah Virme MQ versi

Protokol yang digunakan untuk pengiriman data adalah MQTT

Implementasi pengiriman data menggunakan 2 buah perangkat Raspberry pi B3 yang dijadikan sebagai broker.

Implementasi dilakukan pada duah buah perangkat yaitu ESP8266 dan ESP32.

Kinerja jaringan yang dianalisis yaitu parameter QoS (Throughput, Packet Loss , Delay dan juga Jitter) dan lama downtime pada saat uji coba *failover.*

Tidak membahas sistem keamanan jaringan

# BAB II

**TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

Implementasi protokol Message Queuing Telemetry Transport pada pengirim data dengan menggunakan perangkat Raspberry pi sebagai broker.

Mengetahui lamanya downtime pada broker dengan ujicoba *failover* pada purwarupa yang dibuat.

Mengetahui dampak perbandingan nilai latency, throughput, jitter, dan packet loss untuk menganalisi performa kerja protokol Message Queuing Telemetry Transport pada pengiriman data skala kecil dengan menggunakan dua buah perangkat yaitu ESP8266 dan ESP32

## Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian dan pengerjaan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

Memberi informasi mengenai implementasi protokol Message Queuing Telemetry Transport pada pengiriman data sensor dan LED pada perangkat ESP8266 dan ESP32 dengan Raspberry pi sebagai broker.

Memberi informasi tentang lamanya waktu downtime pada ujicoba *failover*

Hasil perbandingan parameter QoS (Throughput, Packet Loss , Delay dan juga Jitter) dari ESP8266 dan ESP32 dengan perbedaan opensource broker (Mosquitto dan Virme MQ) dapat digunakan sebagai acuan penggunaan 2 piranti tersebut sesuai kebutuhan.

# BAB III

## TINJAUAN PUSTAKA

Konsep utama dari Internet of Things (IoT) adalah menghubungkan semua hal yang ada didunia nyata kedalam dunia internet. IoT merupakan sebuah evolusi interaksi hubungan antara dunia nyata dengan jaringan internet, dimana IoT sendiri menggabungkan beberapa komponen komputasi, protokol internet, serta sensor menjadi sebuah embedded system agar dunia nyata dapat berinteraksi dengan jaringan internet .(Kwan, 2016)

Didalam penerapan tempat parkir pintar berbasis IoT, (Cahya, Libiyanto Dwi 2017) membuat sebuah protoype tempat prakir pintar dengan menggunakan mikrokontroler Arduino yang berbasis web, Libiyanto sendiri membuat prototype sebagai mikrokontroler yang mendapat data dari sensor, kemudian dikirimkan melalui ethernet shield dan juga xbee menuju web , yang kemudian dibandingkan perbedaan terhadap delay dan throughput yang ada.

Pada penelitian tentang sistem kendali berbasi mikrokontroler menggunakan protokol *MQTT* pada *smarthome* yang telah dilakukan oleh Hudan Abdur , dkk terdapat implementasi untuk mengintergrasikan perangkat sensor atau lampu LED yang ada dengan mikrokontroler agar mikrokontroler dapat mengendalikan sensor dan lampu LED sesuai kebutuhan melalui perangkat nirkable ESP8266 dengan protokol MQTT. Penelitian tersebut mengujikan 3 skenario waktu jeda pengiriman data untuk mendapatkan hasil dari Delta time, Rata-rata jumlah paket yang dikirimkan perdetik serta presentase jumlah pengiriman paket perdetik.

Penelitian yang dilakukan Iqbal Pandu tentang Voice Controlled Home Automation System Menggunakan Mikrokontroler Wemos (Iqbal , 2018) membahas tentang bagaimana mengendalikan home automation melalui aplikasi pada smartphone android. Pada penelitian ini menggunakan Google Text to speech sebagai perintah untuk mengendalikan alat alat elektronik yang berada didalam rumah melalui kontroler wemos.

Adapun ringkasan berdasarkan uraian penelitian di atas dapat dilihat pada table dibawah ini

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Judul Penelitian | Penulis&Tahun | Metode | Tipe Penelitian | Pengiriman Data |
| 1 | An agentified use of the Internet of Things | (Kwan Joel , 2016) | Membuat agen-agen yang mengampu sensor untuk Internet of Things (IoT) secara virtual | Simulasi | Tidak ada |
| 2 | Analisis Delay dan Throughput Pada Deteksi Tempat Parkir Mobil Anatara Xbee dan Ethernet Shield Berbasis Web | (Cahya, Libiyanto Dwi 2017) | Membuat Tempat Parkir Pintar dengan bantuan sensor untuk analisis data delay dan Throughput | Purwarupa | Ethernet Shield dan XBee (HTTP) |
| 3 | Sistem Kendali Berbasi Mikrokontroler Menggunakan Protokol *MQTT* pada S*marthome* | (Hudan Abdur , dkk . 2017) | Membuat sistem kendali sensor dan lampu LED dengan protokol MQTT pada Smarthome | Purwarupa | ESP8266 (MQTT) |
| 4 | Voice Controlled Home Automation System Menggunakan Mikrokontroler Wemos | (Iqbal Pandu. 2018) | Membuat sistem kendali rumah dengan memanfaat Wemos dan Google Text to Speech | Purwarupa | ESP8266 (HTTP) |
| 5 |  |  |  |  |  |

# BAB IV

**LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS**

## LANDASAN TEORI

### Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat open-source hardware yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. Platform arduino terdiri dari arduino board, shield, bahasa pemrograman arduino, dan arduino development environment. Arduino board biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya. Blok diagram arduino board yang sudah disederhanakan dapat dilihat pada Gambar 1. Shield adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas arduino board untuk menambah kemampuan dari arduino board. (Arduino.cc)

### ESP8266

ESP8266 adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemproses aplikasi lainnya. ESP8266 memiliki kemampuan on-board prosesing dan storage yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat.(eprints.polsri.ac.id)

### ESP 32

ESP32 merupakan penerus dari module ESP8266. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat (nyebarilmu.com)

### Arduino IDE

IDE itu merupakan kependekan dari Integrated Developtment Enviroenment, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama Bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari software Processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

### Downtime

Downtime adalah lama alat tidak beroperasi sesuai fungsinya (Noor Rahman. 2014).

### Parameter Quality of Service

Quality of Service (QoS) adalah efek kolektif dari kinerja layanan yang menentukan kepuasan pengguna terhadap sebuah jaringan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan untuk mengukur QoS adalah performa kerja yang terdiri dari uji latency dan uji throughput. Namun penelitian ini juga ditambahkan dua variable tambahan yang akan diamati untuk mendukung penilaian performa kerja yakni variable jitter dan packet loss.

1. **Latency**

Latency didefinisikan sebagai interval waktu antara rangsangan dan tanggapan dari beberapa perubahan fisik dalam sistem yang diamati(). Untuk dapat mencari nilai latency digunakan persamaan sebagai berikut:

Standarisasi latency yang dibuat oleh Telecomunication Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON) dapat dilihat pada tabel 4.1 berisi mengenai indeks dan kategori latency yang menentukan kualitas layanan.

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori Latency** | **Latency** |
| Sangat Bagus | < 150ms |
| Bagus | 150ms s/d 300ms |
| Sedang | 300ms s/d 450ms |
| Jelek | >450ms |

Tabel 4.1 Performa Jaringan berdasarkan Latency (TIPHON)

1. **Throughput**

Throughput adalah jumlah bit yang sukses diterima dari suatu titik jaringan ke titik jaringan lainnya dibandingkan dengan total waktu pengiriman(). Nilai throughput didapatkan menggunakan persamaan berikut :

Standarisasi throughput yang dibuat oleh Telecomunication Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON) dapat dilihat pada tabel 4.2 tentang indeks dan kategori throughput yang menentukan kualitas layanan.

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori Throughput** | **Throughput** |
| Sangat Bagus | 100% |
| Bagus | 75% |
| Sedang | 50% |
| Jelek | < 25% |

Tabel 4.2 Performa Jaringan berdasarkan Throughput (TIPHON)

1. **Jitter**

Jitter adalah variasi delay yang diakibatkan oleh panjang antrian dalam suatu pegolahan data dan reassemble paket data di akhir pengiriman akibat kegagalan sebelumnya(). Besarnya nilai jitter dipengaruhi oleh beban trafik dan tumbukan antar pake (congestion) yang ada pada jaringan. Semakin besar beban trafik, maka semakin besar peluang terjadi congestion, sehingga nilai jitter akan semakin besar yang menandakan nilai QoS semakin turun.Nilai jitter didapatkan dari persamaan berikut :

Pada standarisasi menurut Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON), diberitahukan mengenai indeks dan kategori berdasar nilai jitter yang menentukan kualitas layanan seperti terlihat pada Tabel 4.3

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori Jitter** | **Peak Jitter** |
| Sangat Bagus | 0 ms |
| Bagus | 75 ms |
| Sedang | 125 ms |
| Jelek | > 225 ms |

Tabel 4.3 Performa Jaringan berdasarkan Jitter (TIPHON)

1. **Packet Loss**

Packet Loss Ratio (PLR) adalah jumlah paket yang hilang pada saat pengirian paket data ke tujuan. Semakin kecil nilai packet loss, maka semakin baik kualitas jaringan tersebut (). Nilai packet loss didapatkan dari persamaan berikut :

Secara umum terdapat empat kategori penurunan performansi jaringan berdasarkan nilai packet loss menurut Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) seperti pada Tabel 4.4

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori** | **Packet Loss** |
| Sangat Bagus | 0 % |
| Bagus | 3 % |
| Sedang | 15 % |
| Jelek | > 25 % |

## HIPOTESIS

Berdasar pada sub bab terdahulu, seperti perumusan masalah, tinjauan pustaka, dan landasan teori, maka dapat dikemukakan hipotesisnya yaitu sebagai berikut:

1. ESP32 dan ESP8266 pada ke dua buah perangkat akan mengirimkan data dari sensor yang di gunakan untuk mengirim data ke server dengan perantara broker menggunakan protokol MQTT.
2. ESP32 dan ESP8266 dapat melakukan failover jika broker utama mati.
3. Latency , Jitter , Delay dan Througput pengiriman dari perangkat ESP32 lebih baik di bandingkan ESP8266.

# BAB V

**CARA PENELITIAN**

## Alat dan Bahan

Bab ini menjelaskan proses perancangan untuk terbentuknya Impelemtasi dan Analsis Failover dengan Protokol Message Queuing Telemetry Transport pada Mosquitto dan Verne MQ yang terdiri dari peralatan dan bahan baik berupa perangkat keras (hardware) ataupun perangkat lunak (software). Adapun alat dan bahan yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

### Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Laptop sebagai database dengan spesifikasi:

* CPU : 2.60 GHz
* Hardisk : 1 TB
* RAM : 8 GB
* OS : Windows 10

1. NodeMCU 1 Unit dengan spesifikasi:

* MCU : Xtensa Dual-Core 32-bit LX6
* Wifi : 802.11 b/g/n HT40
* Typical Frequency : 160 MHz
* Tipe ESP : ESP32

1. NodeMCU 1 Unit dengan spesifikasi:

* MCU : Xtensa Single-Core 32-bit L106
* Wifi : 802.11 b/g/n HT20
* Typical Frequency : 80 MHz
* Tipe ESP : ESP 8266

1. Raspberry Pi 3 Model B sebagai broker sebanyak 2 unit dengan spesifikasi:

* CPU : 1.2 GHz quad-core ARM
* Memory : 1 GB LPDDR2-900 SDRAM
* USB Port : 4
* Network : 10/100 Mbps Ethernet, 802.11 n Wireless LAN

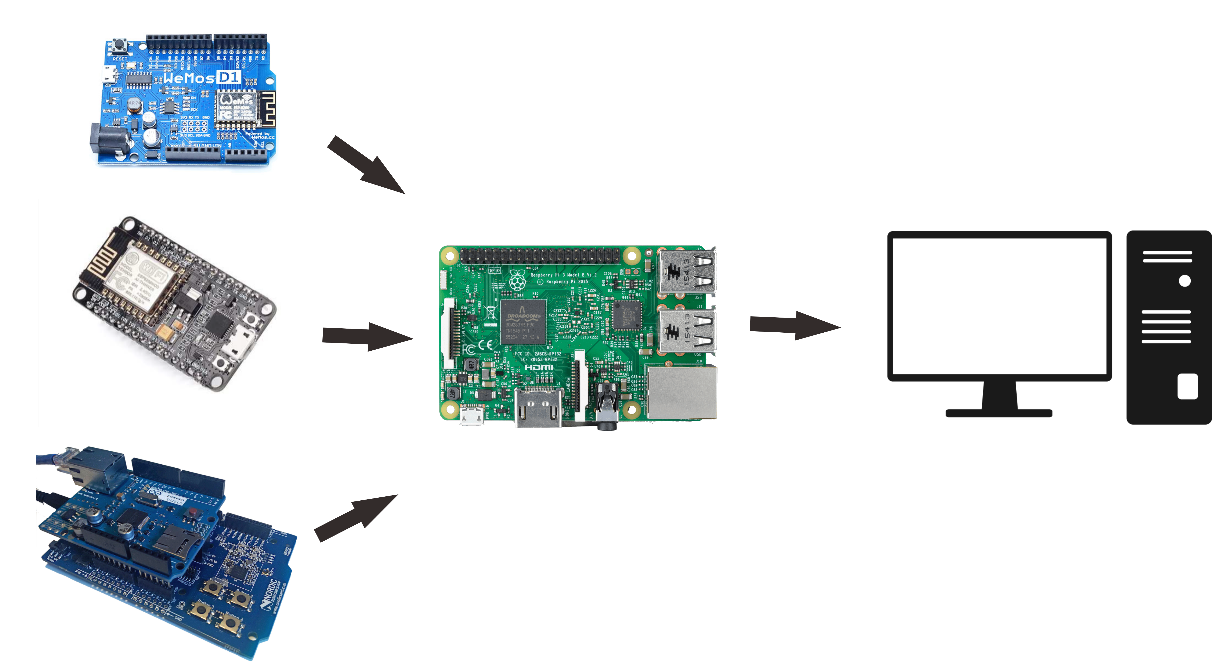
1. Access Point sebanyak - 1 unit
2. DHT11 – 3 unit
3. Kable Jumper - unit
4. Kabel LAN - unit

### Bahan

* Router OS
* Arduino IDE
* Raspbian
* Sublime Text 3

## Prosedur Penelitian

1. Perancangan Topologi



Gambar 5.1 Rancangan Topologi

Rancangan topologi penelitian ini seperti yang di tunjukan pada gambar 5.1 menggunakan 2 buah perangkat pengirim data sensor , 2 buah Raspberry Pi sebagai broker dan 1 buah PC untuk pengolah data sensor yang akan diteruskan menuju Google Home.

1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Mengambil dan mengumpulkan teori-teori dasar serta teori pendukung dari berbagai sumber misalnya buku, skripsi, jurnal, artikel dan teori dari situs-situs jaringan internet yang dapat memberikan referensi tentang tugas akhir ini sehingga dapat digunakan untuk mencari pendekatan secara teoritis dari permasalahan yang diangkat.

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dari bulan Januari 2019 sampai dengan April 2019 untuk memperoleh informasi mengenai downtime dan data parameter QoS pada ke-2 buah perangkat.

1. Pengujian failover

Melakukan pengujian failover kepada kedua buah perangkat yang terhubung pada broker untuk mengetahui sebarapa lama downtime yang terjadi.

1. Pengujian Parameter QoS

Melakukan pengujian parameter QoS yaitu: latency, thourghput , jitter , packet loss untuk mengetahui kualitas antar ke 3 buah perangkat dengan melakukan pengiriman data.

1. Desain Penelitian

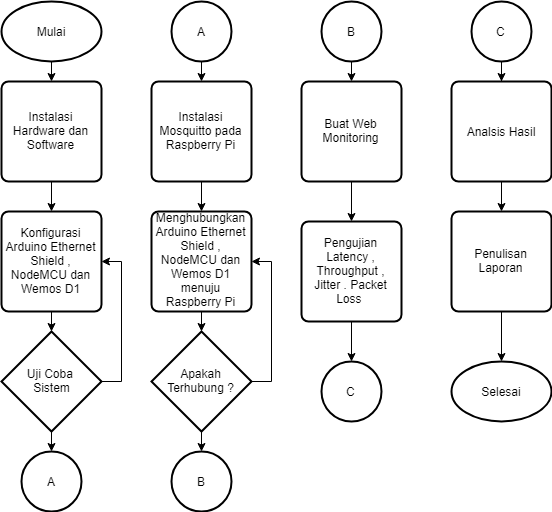
Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian analisa performa kualitas ke-2 buah perangkat ini, yaitu terlebih dahulu dilakukan studi literatur untuk mencari dan mengumpulkan materi-materi yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai bahan referensi dan acuan untuk dipelajari. Setelah itu penulis melakukan pengumpulan data secara langsung dengan langkah awal melakukan persiapan perangakat yang aktif terkoneksi dengan internet untuk keperluan pengumpulan data primer, yaitu data yang didapat secara langsung dari lokasi penelitian, data diambil dengan cara melakukan pengukuran kualitas kualitas ke-3 buah perangkat.

Setelah itu penulis membuat tabel yang berisi seluruh hasil dari proses pengambilan data berupa print screen hasil pengukuran *bandwith, throughput, packet loss, delay, jitter, dan downtime*. Selanjutnya dibuat tabel juga untuk proses perbandingan data pengukuran *bandwith, throughput, packet loss, delay, jitter, dan downtime*.

1. Penyusunan Laporan dan Kesimpulan Akhir

Tahap terakhir ini adalah membuat hasil penelitian yang telah dilakukan serta melakukan analisa dari analisi data dan mengambil kesimpulan sesuai penelitian.

Adapun diagram flowchart penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Flowchat Metode Penelitian

## Analisis Hasil

Adupan hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah mengetahui lama downtime yang terjadi pada saat uji coba failover dan perbandingan kualitas latency , thourghput , jitter , packet loss antar ke 2 buah perangkat dengan melakukan pengiriman data yang menggunakan protokol message queuing telemetry transport.

## Jadwal Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Kegiatan | Januari  (minggu ke-) | | | | Febuari  (minggu ke-) | | | | | Maret  (minggu ke-) | | | | | April  (minggu ke-) | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 1 | | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Identifikasi Masalah |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 2 | Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 3 | Perancangan |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 4 | Install Aplikasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 5 | Pengujian |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 6 | Penyusunan laporan dan kesimpulan akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 7 | Pengumpulan Seminar Nasional |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |