

**PENGEMBANGAN *INTERFACE BLUETOOTH LOW ENERGY*
(BLE) PADA *IOT MIDDLEWARE* UNTUK Mendukung
*NETWORK INTEROPERABILITY***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Rasidy Cakra Pratama
NIM: 135150207111047



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

PENGEMBANGAN INTERFACE *BLUETOOTH LOW ENERGY* (BLE) PADA IOT
MIDDLEWARE UNTUK Mendukung *NETWOK INTEROPERABILITY*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Rasidy Cakra Pratama
NIM: 135150207111047

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
18 Januari 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Eko Sakti P., S.Kom, M.Kom
NIK: 201102 860805 1 001

Achmad Basuki, S.T, M.MG, Ph.D
NIP: 19741118 200312 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D s
NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 24 Januari 2018

Rasidy Cakra Pratama

NIM. 135150207111047

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “PENGEMBANGAN *INTERFACE BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE)* PADA *IOT MIDDLEWARE* UNTUK MENDUKUNG *NETWORK INTEROPERABILITY*”.

Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis, M.Fazrinsyah dan Ita Sulistiani,S.E yang selalu memberikan dukungan dan do’a kepada penulis.
2. Bapak Eko Sakti P.,S.Kom,M.Kom dan bapak Achmad Basuki,S.T,M.MG,Ph.D selaku dosen pembimbing I dan II yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D selaku dosen penasihat akademik yang telah memberikan kritik dan saran selama proses perkuliahan.
4. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S. Si, M.T, Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
5. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
6. Bapak Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
7. Sodari Anggraeni Dyah Puspitasari yang telah memberikan support dan semangat selama 5 tahun dalam menjalani perkuliahan.
8. Semua teman FILKOM khususnya angkatan 2013 yang telah memberikan bantuan serta dukungan selama masa perkuliahan dan pengerjaan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan sehingga penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran yang membangun. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua pihak yang menggunakannya.

Malang, 24 Januari 2018

Penulis,

Rasidy.pratama@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian terdahulu dikembangkan sebuah *middleware* dengan pendekatan *event-driven* yang mampu mendukung *interoperabilitas* berbagai macam perangkat atau sensor. Dari hasil pengujian *middleware* yang diusulkan mampu mengatasi masalah *syntactic interoperability* dengan menyediakan *gateway* untuk berkomunikasi dengan perangkat sensor IoT menggunakan protokol MQTT dan CoAP, serta mampu berkomunikasi dengan aplikasi lain menggunakan protokol *Websocket*. Berkaca dari solusi yang telah ditawarkan sebelumnya untuk mengatasi masalah interoperabilitas, diusulkan sebuah jalur transmisi lain yaitu *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang akan melakukan *publish* data ke *Middleware*. Untuk mengetahui kinerja dari transmisi jaringan BLE dilakukan pengujian dengan beberapa parameter yaitu *delay*, konsumsi *bandwidth*, serta CPU dan *memory usage*. Hasil pengujian menunjukkan rata – rata penggunaan CPU adalah 31% dan penggunaan memori adalah 5%. *Delay* yang diterima saat menggunakan transmisi BLE mencapai 0,04 detik dan saat menggunakan transmisi BLE bersamaan dengan transmisi WiFi mencapai 0,03 detik. Dari segi konsumsi *Bandwidth* saat menggunakan transmisi BLE mencapai 7,7Kbits/detik dan menjadi sebesar 14Kbits/detik apabila berjalan bersama dengan pengiriman data menggunakan transmisi WiFi. Dari hasil penelitian menunjukan bahwa BLE dapat digunakan untuk mengatasi masalah *Interoperabilitas*.

Kata kunci: BLE, *Interface*, MQTT, IoT, *Middleware*, *Bandwidth*, *Interoperabilitas*

ABSTRACT

In an earlier research developed an event-driven middleware with the ability to support the interoperability of various devices or sensors. From the results of the proposed middleware testing is able to overcome the problem of syntatic interoperability by providing gateway to communicate with IoT sensor device using MQTT and CoAP protocol, and able to communicate with other application using WebSocket protocol. Reflecting on the previously offered solution to solve the interoperability problem, it is proposed another transmission line that is Bluetooth Low Energy (BLE) which will publish data to middleware. To know the performance of BLE network transmission is tested with several parameters ie delay, bandwidth consumption, and CPU and memory usage. The test results show average CPU usage is 31% and memory usage is 5%. Delay received when using BLE transmission reaches 0.04523 seconds and when using BLE transmission along with WiFi transmission reach 0.032407248 seconds. In terms of consumption Bandwidth when using BLE transmissions reached 7,7Kbits/second and becomes 14Kbits/second when running together when sending data using WiFi transmission. From the research results show that BLE can be used to solve Interoperability problems.

Keyword: BLE, Interface, MQTT, IoT, middleware, *Bandwidth, Interoperabilitas*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Internet of Thing (IoT)	6
2.2.2 IoT Middleware	7
2.2.3 Bluetooth Low Energy (BLE).....	8
2.2.4 Bluetooth Low Energy Gateway.....	9
2.2.5 <i>Message Queue Telemetry Transport</i> (MQTT).....	9
2.2.6 <i>Generic Attribute Profile</i> (GATT)	9
2.2.7 Arduino IDE	9
2.2.8 Redis	10
2.2.9 Quality of Services.....	11
2.2.10 NodeMCU (ESP32).....	12
2.2.11 Pengujian Interoperability	12

BAB 3 METODOLOGI	15
3.1 Jenis Penelitian	15
3.2 Metodologi Penelitian	15
3.2.1 Studi Literatur	16
3.2.2 Analisis Kebutuhan	16
3.2.3 Perancangan Sistem	17
3.2.4 Implementasi	17
3.2.5 Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian	18
3.2.6 Kesimpulan dan Saran	18
BAB 4 ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN	19
4.1 Deskripsi Umum Sistem	19
4.2 Analisis Kebutuhan	19
4.2.1 Kebutuhan Fungsional	19
4.2.2 Kebutuhan Sistem	20
4.3 Perancangan Alur Komunikasi	21
4.4 Perancangan Middleware	21
4.5 Perancangan Sensor Node	23
4.6 Perancangan Topologi Jaringan	24
4.7 Perancangan Pengujian	24
4.7.1 Pengujian Fungsional	24
4.7.2 Pengujian Perubahan Jarak	25
4.7.3 Pengujian Interoperability	27
BAB 5 IMPLEMENTASI	30
5.1 Implementasi Alur Komunikasi	30
5.1.1 Konfigurasi Middleware	30
5.1.2 Konfigurasi GATT Middleware	31
5.1.3 Konfigurasi BLE Gateway	32
5.2 Implementasi Sensor Node	33
BAB 6 PENGUJIAN DAN HASIL PENGUJIAN	34
6.1 Pengujian Fungsionalitas	34
6.1.1 Koneksi Dengan Gatt Middleware	34
6.1.2 GATT Middleware Mendeteksi Sensor BLE	34

6.1.3 BLE Gateway Terkoneksi Dengan Sensor	35
6.1.4 Menerima Data Dari Sensor BLE	36
6.1.5 Translasi Data Ke MQTT	37
6.1.6 Publish Data Ke Redis.....	37
6.1.7 Redis Menerima Topik MQTT	38
6.2 Analisis Hasil Pengujian Fungsional	39
6.3 Pengujian Terhadap Perubahan Jarak	40
6.3.1 Skenario 1: Delay Jarak 1 Meter	40
6.3.2 Skenario 2: Delay Jarak 2 Meter	41
6.3.3 Skenario 3: Delay Jarak 3 Meter	42
6.3.4 Skenario 4: Delay Jarak 4 Meter	43
6.3.5 Skenario 5: Delay Jarak 5 Meter	44
6.4 Analisis Hasil Pengujian Terhadap Perubahan Jarak	44
6.5 Pengujian Interoperabilitas	45
6.5.1 Pengujian Delay (BLE+WiFi)	45
6.5.2 Pengujian CPU dan Memory Usage (BLE+WiFi).....	47
6.5.3 Pengujian Throughput (BLE+WiFi)	49
6.6 Hasil Pengujian Interoperabilitas.....	50
6.6.1 Hasil Pengujian Delay (BLE+WiFi).....	50
6.6.2 Hasil Pengujian CPU dan Memory Usage (BLE+WiFi)	51
6.6.3 Hasil Pengujian Throughput (BLE+WiFi)	51
BAB 7 Penutup	53
7.1 Kesimpulan.....	53
7.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN A DELAY WiFi + BLE.....	56
LAMPIRAN A DELAY BLE	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka.....	5
Tabel 2. 2 Spesifikasi Raspberry Pi 3	7
Tabel 4. 1 Kebutuhan Fungsional.....	19
Tabel 4. 2 Kebutuhan Perangkat Keras	20
Tabel 4. 3 Kebutuhan Perangkat Lunak	20
Tabel 4. 4 Skenario Pengujian Fungsional.....	24
Tabel 4. 5 Skenario Pengujian Perubahan Jarak	25
Tabel 4. 6 Skenario Pengujian CPU dan Memori	27
Tabel 4. 7 Skenario Pengujian Delay	28
Tabel 4. 8 Skenario Pengujian Bandwidth.....	28
Tabel 6. 1 Koneksi Sensor BLE Menuju GATT.....	34
Tabel 6. 2 Koneksi GATT ke Sensor BLE	35
Tabel 6. 3 Koneksi BLE Gateway dengan Sensor.....	35
Tabel 6. 4 Menerima Data dari Sensor BLE.....	36
Tabel 6. 5 Translasi Data ke MQTT.....	37
Tabel 6. 6 Publish ke Redis	37
Tabel 6. 7 Subscribe ke MQTT	38
Tabel 6. 8 Analisis Hasil Pengujian Fungsional.....	39
Tabel 6. 9 Hasil Pengujian Terhadap Perubahan Jarak	44
Tabel 6. 10 Rata-Rata penggunaan CPU	51
Tabel 6. 11 Rata-Rata penggunaan Memori	51
Tabel 6. 12 Hasil Pengujian Throughput	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pasien Monitoring	6
Gambar 2. 2 Raspberry Pi 3.....	7
Gambar 2. 3 Bluetooth Layer	9
Gambar 2. 4 Arduino IDE.....	10
Gambar 2. 5 Perbandingan Performa Redis dengan Database Lain	11
Gambar 2. 6 QoS 0 pada MQTT (HiveMQ, 2015).....	11
Gambar 2. 7 QoS 1 pada MQTT (HiveMQ, 2015).....	12
Gambar 2. 8 QoS 2 pada MQTT (HiveMQ, 2015).....	12
Gambar 2. 9 Statistik Paket Wireshark	13
Gambar 2. 10 Delta Time Wireshark.....	14
Gambar 4. 1 Alur Komunikasi BLE.....	21
Gambar 4. 2 Perancangan Middleware	22
Gambar 4. 3 Diagram alir program GATT dan BLE Gateway.....	22
Gambar 4. 4 Diagram Alir Program pada NodeMCU	23
Gambar 4. 5 Topologi Jaringan	24
Gambar 5. 1 Perintah Instalasi Redis.....	30
Gambar 5. 2 Perintah Konfigurasi Daemon	30
Gambar 5. 3 Pengujian Redis pada Raspberry Pi	31
Gambar 5. 4 Percobaan Bluez pada Raspberry Pi.....	31
Gambar 5. 5 Percobaan Menjalankan EspruinoHub.....	32
Gambar 5. 6 Discovery.js untuk Filtering	33
Gambar 5. 7 ESP32	33
Gambar 6. 1 Koneksi Sensor Menuju GATT.....	34
Gambar 6. 2 GATT mendeteksi Sensor BLE.....	35
Gambar 6. 3 BLE Gateway Mendeteksi Sensor BLE	36
Gambar 6. 4 BLE gateway menerima Data	37
Gambar 6. 5 Translasi ke MQTT	37
Gambar 6. 6 Publish Data ke Redis	38
Gambar 6. 7 Redis Subscribe Topik.....	39
Gambar 6. 8 Time since reference Pada Wireshark.....	40

Gambar 6. 9 Pengujian Jarak 1 Meter	41
Gambar 6. 10 Rata – Rata Delay Skenario 1	41
Gambar 6. 11 Pengujian Jarak 2 Meter.....	42
Gambar 6. 12 Rata – Rata Delay Skenario 2	42
Gambar 6. 13 Pengujian Jarak 3 Meter.....	42
Gambar 6. 14 Rata – Rata Delay Skenario 3	43
Gambar 6. 15 Pengujian Jarak 4 Meter.....	43
Gambar 6. 16 Rata – Rata Delay Skenario 4	43
Gambar 6. 17 Pengujian Jarak 5 Meter.....	44
Gambar 6. 18 Rata – Rata Delay Skenario 5	44
Gambar 6. 19 Diagram Skenario Jarak.....	45
Gambar 6. 20 Sample Pengujian Delay BLE	46
Gambar 6. 21 Sample Pengujian Delay BLE + WiFi	47
Gambar 6. 22 Log CPU dan Memory Transmisi BLE.....	48
Gambar 6. 23 Log CPU dan Memory Transmisi BLE + WiFi	48
Gambar 6. 24 Pengujian Throughput BLE	49
Gambar 6. 25 Pengujian Throughput BLE + WiFi	49
Gambar 6. 26 Grafik Delay Pengiriman BLE	50
Gambar 6. 27 Grafik Delay Pengiriman BLE + WiFi.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. 1 Delay Wifi + BLE	56
Lampiran A. 2 Delay BLE.....	68