

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahapan yang dilakukan setelah melakukan perancangan sistem, implementasi yang dilakukan adalah.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pembangunan sistem *home automation* dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Daftar Perangkat Keras

No	Perangkat Keras
1	PC Server
2	Smartphone Android

Spesifikasi dari perangkat yang digunakan dapat dilihat Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Spesifikasi PC Server

Spesifikasi PC Server		
No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Monitor	LCD 14 Inch
2	Prosesor	Intel Xeon E5-2609
3	RAM	16 Gigabyte
4	Hardisk	1 Terabyte
5	VGA Card	VGA On-Board
6	Keyboard	Keyboard Logitech
7	Mouse	Mouse Logitech

Spesifikasi dari perangkat *mobile* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.3:

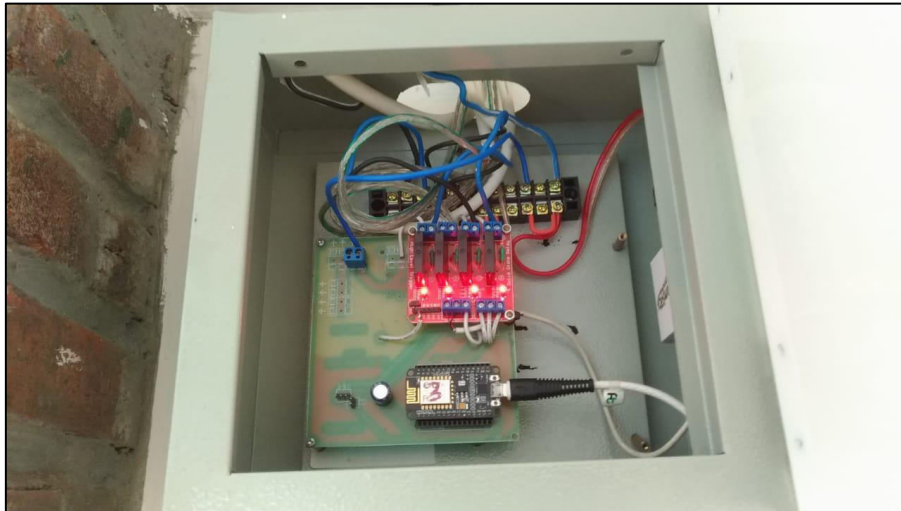
Tabel 4.3 Spesifikasi Perangkat Smartphone

Spesifikasi Smartphone		
No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Monitor	5,5 Inch
2	Prosesor	Snapdragon 625
3	RAM	4 Gb
4	Hardisk	64 Gb
5	VGA Card	Adreno 605

4.1.2 Pemasangan Perangkat Keras

1. Implementasi Mikrokontroler Kendali Lantai 2

Pemasangan mikrokontroler ESP8266 untuk mengendalikan seluruh lampu yang ada di lantai 2 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Implementasi Mikrokontroler Pengendali Lampu Lantai 2

Berikut adalah lokasi penempatan *box controller* di lantai 2 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Letak Pemasangan Mikrokontroler Lantai 2

2. Implementasi Mikrokontroler Kendali Lantai 3

Box controller yang dipasang untuk kendali di lantai 3 dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Implementasi Mikrokontroler Pengendali Lampu Lantai 3

Letak pemasangan *box controller* untuk kendali lampu di lantai 3 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Letak Pemasangan Mikrokontroler Lantai 3

3. Implementasi Mikrokontroler Kendali Dapur dan kamar Mandi

Box controller yang dipasang untuk kendali lampu dapur dan kamar mandi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Implementasi Mikrokontroler Pengendali Lampu Dapur

4. Implementasi Sensor Api dan Gas

Letak pemasangan *box controller* untuk kendali lampu di lantai 3 dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Letak Pemasangan Sensor Api Dan Gas

4.1.3 Implementasi Database

Berikut adalah tabel – tabel yang dibuat dalam sistem *home automation* :

1. Tabel riwayat adalah tabel yang menyimpan data riwayat dari sensor yang aktif, tiap sensor yang aktif akan diketahui dari mikrokontoller keberapa dan dari ruangan mana.

#	Name	Type
1	idRiwayat	int(11)
2	status	text
3	waktu	timestamp

Gambar 4.7 Tabel Riwayat

2. Tabel *node* adalah tabel yang menyimpan informasi dari mikrokontoler, mikrokontroler yang digunakan pada sistem *home automation* ini sebanyak tiga buah.

#	Name	Type
1	idNode	int(11)
2	namaNode	varchar(24)
3	pesanRMQ	text
4	waktu	timestamp


Gambar 4.8 Tabel Node

3. Tabel ruangan adalah tabel yang menyimpan informasi ruangan mana yang terdapat mikrokontroller ESP8266, sensor gas dan sensor api.

#	Name	Type
1	idRuangan	int(11)
2	namaRuangan	text
3	waktu	timestamp

Gambar 4.9 Tabel Ruangan

4. Tabel sensor adalah tabel yang menyimpan informasi data yang dihasilkan ketika sensor aktif.

Name	Type
idSensor 	int(11)
namaSensor	varchar(20)
waktu	timestamp

Gambar 4.10 Tabel Sensor

4.1.4 Implementasi Software Home Automation

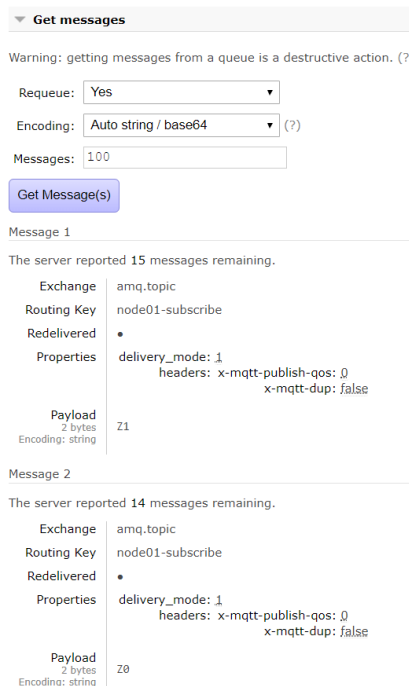
Software yang digunakan pada pada sistem komputer yang digunakan dalam sistem *home automation*, dapat dilihat pada Tabel 4.4:

Tabel 4.4 Daftar *Software* Yang Digunakan

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 7
2	Bahasa Pemrograman	PHP
3	<i>Database</i>	MySQL
4	<i>Code Editor</i>	Arduino IDE

4.1.5 Implementasi Pengambilan Dan Pengiriman Home Automation

Implementasi pengambilan dan pengiriman data *home automation* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



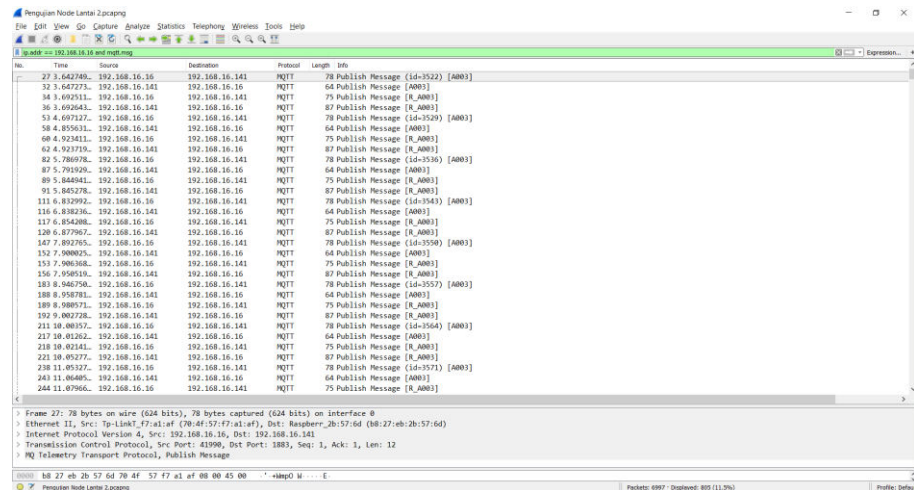
The screenshot shows an MQTT client interface with the following details:

- Get messages** section:
 - Warning: getting messages from a queue is a destructive action. (?)
 - Requeue: Yes
 - Encoding: Auto string / base64 (?)
 - Messages: 100
 - Get Message(s) button
- Message 1**:
 - The server reported 15 messages remaining.
 - Exchange: amq.topic
 - Routing Key: node01-subscribe
 - Redelivered: 0
 - Properties:
 - delivery_mode: 1
 - headers: x-mqtt-publish-qos: 0, x-mqtt-dup: false
 - Payload: 2 bytes, Encoding: string, Z1
- Message 2**:
 - The server reported 14 messages remaining.
 - Exchange: amq.topic
 - Routing Key: node01-subscribe
 - Redelivered: 0
 - Properties:
 - delivery_mode: 1
 - headers: x-mqtt-publish-qos: 0, x-mqtt-dup: false
 - Payload: 2 bytes, Encoding: string, Z0

Gambar 4.11 Data Yang Diterima Oleh MQTT

4.1.6 Paket Data Dengan *Software* Wireshark

Penangkapan paket data dilakukan dengan menggunakan *software* wireshark seperti yang terlihat pada Gambar 4.12, Hasil tangkapan kemudian disaring dengan fitur *filter* yang ada pada wireshark untuk memisahkan data sesuai dengan jenis protokol.



Gambar 4.12 Paket Yang Terdeteksi *Software* Wireshark

4.2 Pengujian

Setelah implementasi dilakukan, maka tahapan terakhir adalah melakukan pengujian dan analisa terhadap kinerja masing-masing protokol. Pengujian dilakukan dengan pengiriman data dari aplikasi pada *smartphone* ke *smart home* Server lokal sebanyak 10 kali percobaan. Masing – masing percobaan mengirimkan 1000 data sensor sehingga total data yang menjadi data uji adalah 1000 data untuk satu protokol. Pengujian dilakukan pada jaringan WAN 4G (3-5MBps).

4.2.1 Perbandingan Home Automation Lokal dan Internet

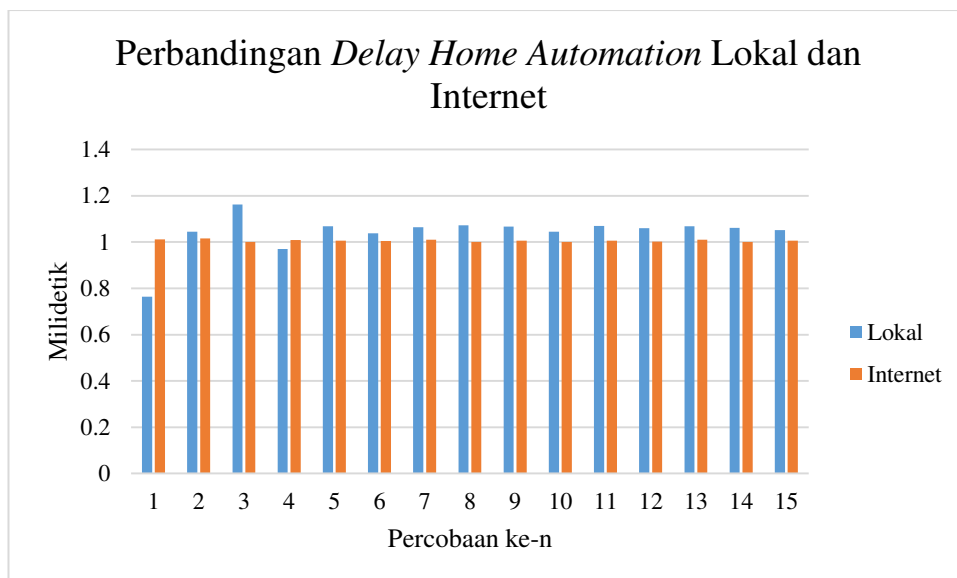
Pengujian ini dilakukan berdasarkan 15 kali pengujian, setiap pengiriman data memiliki delay 1 detik.

Tabel 4.5 Perbandingan *Delay* Lokal dan Internet

No	MQTT Internet (milidetik)	MQTT Lokal (milidetik)
1	0.763571	1.011968
2	1.044526	1.015995

No	MQTT Internet (milidetik)	MQTT Lokal (milidetik)
3	1.162037	0.999880
4	0.969539	1.008135
5	1.067737	1.006529
6	1.037441	1.004568
7	1.063794	1.009865
8	1.071861	0.999955
9	1.066523	1.005408
10	1.044077	1.000741
11	1.069068	1.006057
12	1.060233	1.001840
13	1.0684	1.009987
14	1.061041	0.999987
15	1.052196	1.006012

Berdasarkan uji coba pada tabel diatas, rata – rata dari pengujian internet 1.040136, dan lokal 1.005795, selisih rata – rata *delay* lokal lebih baik 3% dari *home automation* lokal. Grafik perbandingan *delay home automation* lokal dan internet dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Perbandingan *Delay Home Automation* Lokal dan Internet

4.2.2 Pengujian Sensor Gas

Sensor gas MQ-2 merupakan sensor pendeteksi gas LPG, alkohol, propane dan asap, skala yang dapat diukur ada sensor ini adalah 0 - 1024, pengujian pendeteksian sensor gas dilakukan dengan menggunakan korek api mekanik, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengujian Sensor Gas

Tanggal	Jam	Status
25-08-2019	21:42	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:52	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:55	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	22:13	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	22:40	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	22:52	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	22:58	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	23:04	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	23:09	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	23:15	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	23:30	Tidak Terdeteksi
26-08-2019	00:15	Tidak Terdeteksi
26-08-2019	00:31	Tidak Terdeteksi
26-08-2019	00:43	Tidak Terdeteksi
26-08-2019	01:13	Tidak Terdeteksi
26-08-2019	01:19	Tidak Terdeteksi
26-08-2019	01:40	Tidak Terdeteksi

4.2.3 Pengujian Sensor Api

Sensor api atau LM393 adalah sensor yang dapat mendeteksi api dengan menggunakan transduser yang berupa *infrared*, transduser ini digunakan untuk mendeteksi penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu.

Tabel 4.7 Pengujian Sensor Api

Tanggal	Jam	Status
25-08-2019	18:20	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	18:27	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	18:32	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	18:37	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	19:21	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	19:29	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	19:36	Tidak Terdeteksi

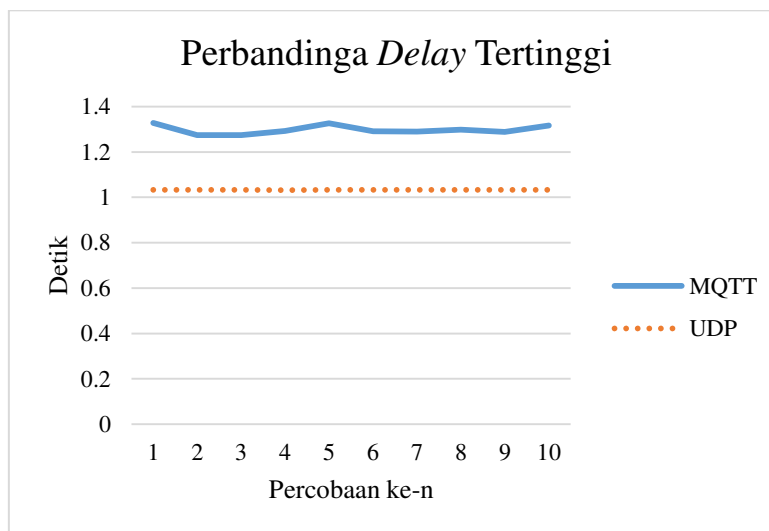
Tanggal	Jam	Status
25-08-2019	19:52	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	20:11	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	20:18	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	20:50	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:01	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:17	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:22	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:28	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:31	Tidak Terdeteksi
25-08-2019	21:39	Tidak Terdeteksi

4.2.4 Pengujian Delay

Pengujian *delay* menghasilkan nilai *delay* terendah, tertinggi, dan rata-rata dari masing-masing protokol. Namun yang terpenting adalah bagaimana *delay* tertinggi, terendah dan rata-rata *delay* yang terjadi pada keseluruhan percobaan.

4.2.4.1 Perbandingan Delay Tertinggi

Hasil uji coba perbandingan *delay* tertinggi berdasarkan uji coba sebanyak 10 kali, dengan setiap uji coba pengiriman 1.000 data, dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Delay Tertinggi

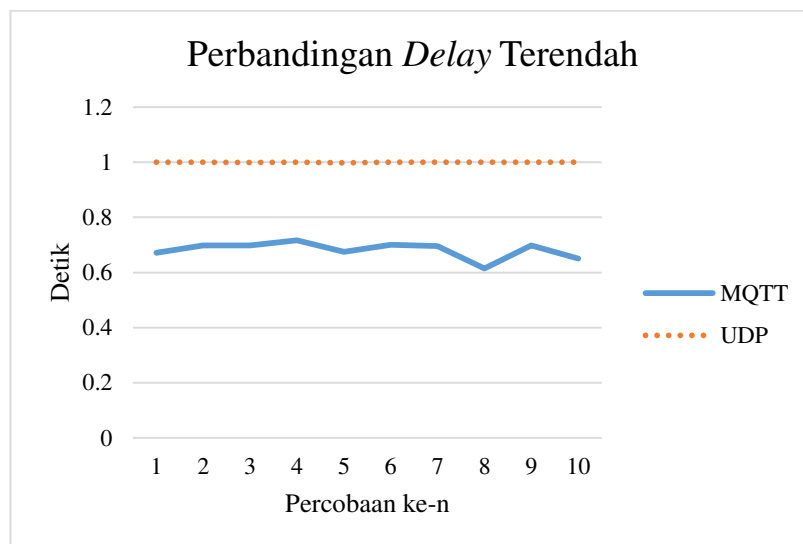
Tabel perbandingan *delay* antara protokol pengiriman data MQTT dan UDP tertinggi dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Delay Tertinggi

Tabel <i>Delay</i> Tertinggi (satuan milidetik)		
Percobaan ke-n	MQTT	UDP
1	1.328276	3.018503
2	1.274365	2.002294
3	1.274365	1.005603
4	1.292352	2.002384
5	1.326663	3.018842
6	1.291124	1.046137
7	1.289995	2.003234
8	1.297991	2.036143
9	1.288869	2.001284
10	1.317148	2.001297

4.2.4.2 Pengujian *Delay* Terendah

Hasil uji coba perbandingan *delay* terendah berdasarkan uji coba sebanyak 10 kali, dengan setiap uji coba pengiriman 1.000 data, dapat dilihat pada Gambar 4.4.

**Gambar 4.4 *Delay* Terendah**

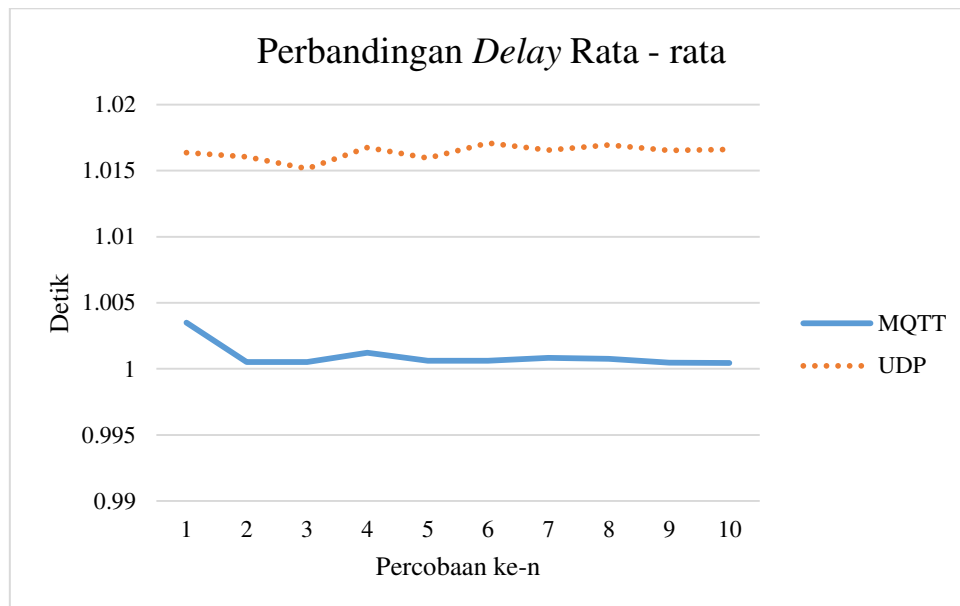
Tabel perbandingan *delay* terendah antara protokol pengiriman data MQTT dan UDP terendah dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Delay Terendah

Tabel <i>Delay</i> Terendah (satuan milidetik)		
Percobaan ke-n	MQTT	UDP
1	0.671615	0.952411
2	0.698336	0.966192
3	0.698336	0.998107
4	0.716571	0.913388
5	0.675210	0.842067
6	0.700229	0.958119
7	0.695881	0.973947
8	0.614599	0.955129
9	0.698836	0.954048
10	0.650190	0.983144

4.2.4.3 Perbandingan *Delay* Rata – rata

Hasil uji coba perbandingan *delay* rata – rata berdasarkan uji coba sebanyak 10 kali, dengan setiap uji coba pengiriman 1.000 data, dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Delay Rata- Rata

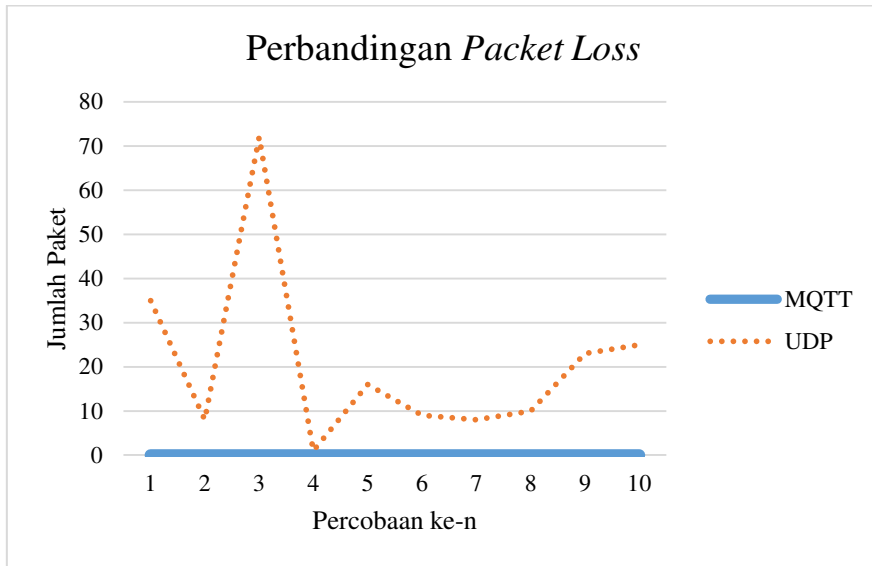
Tabel perbandingan *delay* rata – rata antara protokol pengiriman data MQTT dan UDP terendah dapat dilihat pada Tabel 4.10 *Delay Rata - Rata*.

Tabel 4.10 *Delay Rata - Rata*

Tabel <i>Delay</i> rata – rata (satuan milidetik)		
Percobaan ke-n	MQTT	UDP
1	1.003489	1.030748
2	1.000511	1.002753
3	1.000511	1.000338
4	1.001222	1.002636
5	1.000614	1.017806
6	1.000623	1.001313
7	1.000842	1.002216
8	1.000753	1.002365
9	1.000469	1.002413
10	1.000447	1.002352

4.2.5 Pengujian *Packet Loss*

Hasil pengujian *packet loss* pada Gambar 4.14 memperlihatkan perbandingan *packet loss* antar protokol. Terlihat bahwa hanya UDP yang mengalami kehilangan paket data, sedangkan MQTT tidak ada paket yang hilang selama pengujian.



Gambar 4.14 Perbandingan *Packet Loss* MQTT dan UDP

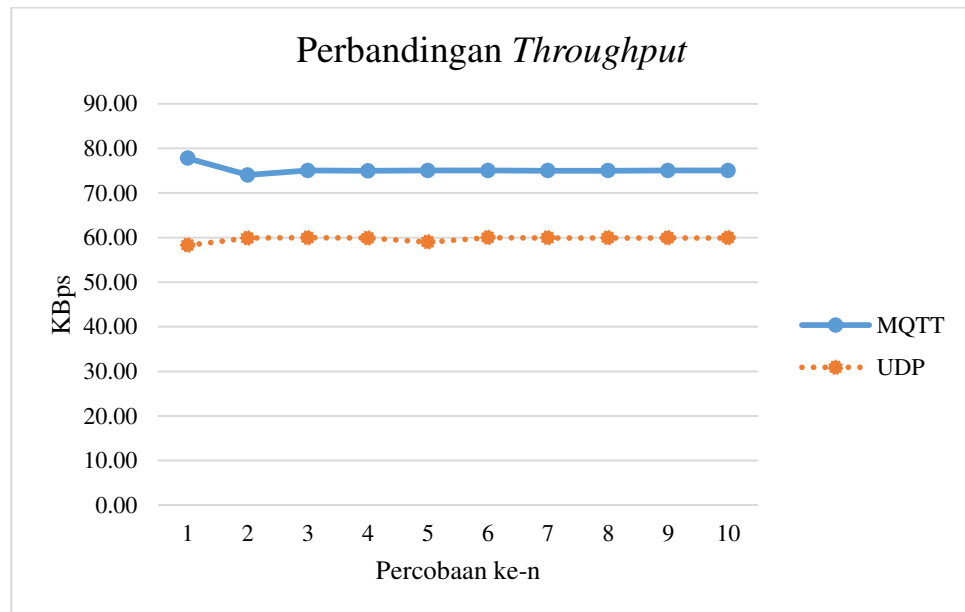
Tabel perbandingan *packet loss* dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 *Packet Loss*

Percobaan ke-n	MQTT	UDP
1	0	35
2	0	8
3	0	72
4	0	1
5	0	16
6	0	9
7	0	8
8	0	10
9	0	23
10	0	25

4.2.6 Pengujian *Throughput*

Pengujian *throughput* dilakukan untuk mengetahui berapa kecepatan transfer data sesungguhnya dari masing-masing protokol. Gambar 4.15 Perbandingan *Throughput* dapat dilihat pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 Perbandingan Throughput

Tabel pada perbandingan *throughput* dapat dilihat di Tabel 4.12

Tabel 4.12 Perbandingan Throughput

Percobaan ke-n	MQTT	UDP
1	77.81	58.27
2	74.04	59.90
3	75.04	59.98
4	74.98	59.90
5	75.03	59.01
6	75.03	59.98
7	75.01	59.93
8	75.02	59.92
9	75.04	59.92
10	75.04	59.92

hasil perbandingan *throughput* dimana terlihat kecepatan transfer MQTT lebih stabil dibandingkan protokol lainnya.

4.2.7 Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk menemukan kesalahan dan kekurangan pada perangkat lunak yang akan diuji. Pengujian bermaksud untuk mengetahui perangkat lunak yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan perangkat lunak tersebut. Pengujian perangkat lunak ini menggunakan pengujian *black box*. Pengujian *black box* berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak.

4.2.8 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* berfokus pada persyaratan fungsional sistem yang dibangun, sedangkan *white box* berfokus pada persyaratan prosedural perangkat lunak yang dibangun dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Daftar Pengujian Black Box

No	Komponen Uji	Detail pengujian	Jenis Uji
1	Menyalakan dan Mematikan Lampu	Menyalakan seluruh lampu	<i>Black box</i>
		Mematikan seluruh lampu	<i>Black box</i>
2	Menerima status terdeteksinya indikasi api	Menampilkan indikasi terdeteksi asap	<i>Black box</i>
		Menampilkan indikasi terdeteksi api	<i>Black box</i>
3	Log Aktivitas Sensor	Menyimpan log sensor api	<i>Black box</i>
		Menyimpan log sensor asap	<i>Black box</i>
4	Sambungan	Koneksi Internet	<i>Black box</i>

4.2.9 Hasil Pengujian *Black Box*

Berikut ini hasil pengujian perangkat lunak sistem *home automation* yang telah dibangun.

4.2.9.1 Pengujian Menyalakan Dan Mematikan Lampu

Pengujian data benar pada pengujian menyalakan dan mematikan lampu dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Pengujian Benar Menyalakan Dan Mematikan Lampu

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian

Menyalakan dan mematikan lampu	Menekan Tombol <i>On</i> untuk menyalakan lampu.	Aplikasi mengirim pesan untuk mengaktifkan lampu.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
	Menekan Tombol <i>Off</i> untuk mematikan lampu.	Aplikasi mengirim pesan untuk mematikan lampu.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil

Pengujian data salah pada pengujian menyalakan dan mematikan lampu dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pengujian Salah Menyalakan Dan Mematikan Lampu

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Menyalakan dan mematikan lampu	Menekan Tombol <i>On</i> untuk menyalakan lampu.	Aplikasi tidak mengirim pesan untuk menyalakan lampu.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
	Menekan Tombol <i>Off</i> untuk mematikan lampu.	Aplikasi tidak mengirim pesan untuk menyalakan lampu.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil

4.2.9.2 Pengujian Menerima Status Terdeteksinya Indikasi Api

Pengujian data benar pada pengujian menerima status terdeteksinya indikasi api dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Pengujian Benar Penerimaan Status Terdeteksi Indikasi Api

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Perubahan status pada aplikasi	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya api.	Status Api “Terdeteksi” akan muncul pada aplikasi.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya kebocoran gas.	Status Gas “Terdeteksi” akan muncul pada aplikasi.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil

Pengujian data salah penerimaan status terdeteksinya indikasi gas dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pengujian Salah Penerimaan Status Terdeteksi Indikasi Gas

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
-----------	--------------	-----------------------	-----------------

Perubahan status pada aplikasi	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya api.	Status Api Tidak berubah.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya kebocoran gas.	Status Gas Tidak berubah.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil

4.2.9.3 Pengujian *Log* Aktivitas Sensor

Pengujian data benar pada pengujian *log* aktivitas sensor dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Pengujian Benar *Log* Aktivitas Sensor

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Perubahan status pada aplikasi	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya api.	Data waktu terjadinya indikasi api tersimpan di <i>database</i> .	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya kebocoran gas.	Data waktu terjadinya indikasi gas tersimpan di <i>database</i> .	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil

Pengujian data salah pada pengujian mematikan dan menyalakan lampu dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Pengujian Salah *Log* Aktivitas Sensor

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Perubahan status pada aplikasi	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya api	Data waktu terjadinya indikasi api tidak tersimpan di <i>database</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
	Menggunakan pematik sebagai pengganti indikasi terjadinya kebocoran gas	Data waktu terjadinya indikasi gas tidak tersimpan di <i>database</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil

4.2.9.4 Pengujian Sambungan

Pengujian data benar pada pengujian *log* aktivitas sensor dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Pengujian Benar Sambungan

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
-----------	--------------	-----------------------	-----------------

Sambungan	Menghubungkan ke internet	Dapat mengirim <i>payload</i> ke server MQTT	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
-----------	---------------------------	--	---

Pengujian data salah pada pengujian mematikan dan menyalakan lampu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Pengujian Salah Sambungan

Kasus uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Sambungan	Menghubungkan ke internet	Tidak Dapat mengirim <i>payload</i> ke server MQTT	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil