

BAB 5

PENGUJIAN DAN KESIMPULAN

5.1 Skenario Umum Pengujian

Pengujian dari produk *capstone design* yang dibuat bertujuan untuk memastikan kualitas dan kinerja yang optimal. Uji coba ini meliputi simulasi berbagai skenario penggunaan untuk mengidentifikasi masalah potensial dan memastikan bahwa produk dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Dan juga, dilakukannya uji coba keamanan untuk memastikan bahwa data dilindungi dengan benar dan produk sesuai dengan standar keamanan. Daftar pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.1 berupa hal apa saja yang diuji serta rincian dari pengujiannya. Lokasi pengujian dilaksanakan pada lokasi implementasi yaitu ruang dosen lantai 3 gedung *Telkom University Landmark Tower (TULT)*. Lebih spesifiknya pada ruang *lobby lift* dan lorong ruang dosen 3C07-12 dan 3D01-06. Pengujian dilakukan tanggal 11 Juli 2024 hingga selesai. Dengan rangkaian pengujian yang terdapat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Daftar Pengujian

No	Hal	Rincian
1	Jangkauan Sensor	Sensor PIR mendeteksi gerakan dengan jarak maksimal 7 meter
2	Tingkat Konsumsi Daya Listrik	Menghitung konsumsi daya listrik yang terpakai menggunakan multimeter dan <i>Power Meter</i>
3	Informasi yang Dikirimkan	Alat dapat mengirim informasi dengan baik dari end to end maupun ke <i>website</i> .
4	Aktivitas <i>Developer</i> terhadap <i>Dashboard</i>	<i>Developer</i> melakukan pembuatan <i>Dashboard</i> .
5	Parameter QoS terhadap <i>Dashboard</i>	Penghitungan parameter QoS throughput, delay, dan jitter.
6	Pengalaman <i>User</i> terhadap <i>Dashboard</i>	<i>User</i> menilai penggunaan <i>Dashboard</i> dengan mengisi kuesioner.
7	Durasi dan Ketahanan Alat	Mengukur durasi penggunaan dan pengisian baterai alat sensor dan juga memnguji ketahanan alat dengan beberapa parameter

5.2 Detil Pengujian

5.2.1 Proses Pengujian Jangkauan Sensor

Pengujian pertama yaitu mengevaluasi kinerja jangkauan sensor PIR HC-SR501 yang terintegrasi dalam sistem dengan mengatur potensiometer sensitivitas sensor PIR. Sebelumnya, diketahui bahwa *cover distance* sensor PIR menurut artikel dari *components101*, yang menjelaskan mengenai spesifikasi sensor PIR HC-SR501 memiliki jarak jangkauan hingga 7 meter dengan sudut 120° [35]. Lokasi penempatan alat sensor ditunjukkan pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2. Pengaturan sensitivitas sensor PIR ditunjukkan pada Tabel 5.2 dan pengukuran jarak serta sudut jangkauan ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 2 Pengaturan Potensiometer Sensitivitas Sensor PIR

Tingkat Sensitivitas Sensor	Posisi Putaran
Rendah	Diputar ke arah paling kiri
Sedang	Diputar ke arah tengah
Tinggi	Diputar ke arah paling kanan (Searah jarum jam)

Tabel 5. 3 Pengukuran Jangkauan Deteksi Sensor PIR

Jarak (m)	Tingkat Sensitivitas											
	Rendah				Sedang				Tinggi			
	Sudut ($^\circ$)				Sudut ($^\circ$)				Sudut ($^\circ$)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
1	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X
2	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X
3	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X
4	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X
5	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X
6	X	X	X	X	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X
7	X	X	X	X	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	Y	X	X	X

Keterangan:

Y= Mendeteksi

X= Tidak Mendeteksi

Tabel 5. 4 Pengujian Jangkauan Sensor terhadap Objek dan Tingginya

Objek	Tinggi Objek (cm)	Status PIR pada <i>Data History Website</i>
Manusia	177 cm	1
Manusia	167 cm	1
Manusia	164 cm	1
Manusia	150 cm	1
Kucing	20 cm	-
Botol	7 cm	-

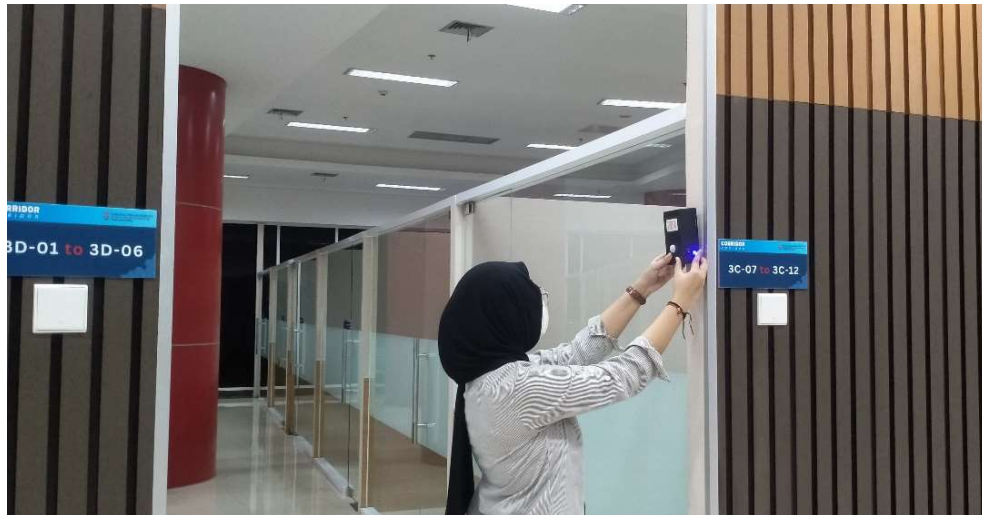
Keterangan:

1 = Mendeteksi

- = Tidak Mendeteksi



Gambar 5. 1 Letak Penempatan Sensor PIR 1



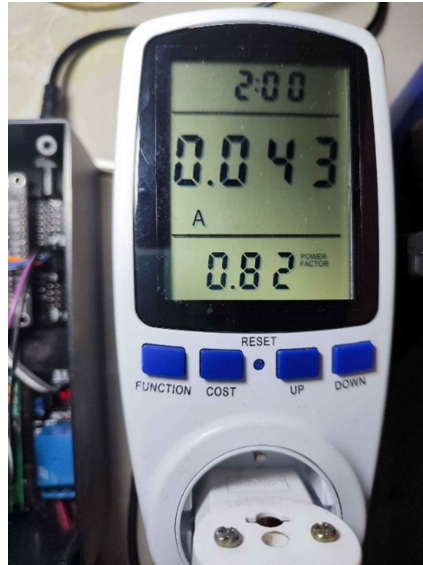
Gambar 5. 2 Letak Penempatan Sensor PIR 2

5.2.2 Proses Pengujian Tingkat Konsumsi Daya Listrik

Pengujian kedua adalah konsumsi daya listrik yang dilakukan secara manual dengan menggunakan multimeter dan powermeter. Hal yang diukur menggunakan multimeter adalah nilai tegangan dan arus yang melewati sensor PZEM 004t. *Power meter* digunakan untuk mengukur daya yang terpakai ketika steker lampu dicolokkan ke *power meter*, serta menghitung *Power Factor*. Gambar 5.3 menunjukkan pengujian daya listrik dengan power meter dilakukan selama 2 jam, selama waktu tersebut lampu dan sensor terus menyala dan daya yang terpakai pada layar power meter bernilai 0,015 kWh atau 15 Wh seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.3. *Power Factor* yang terlihat di Power Meter adalah 0,8 terlihat pada Gambar 5.4



Gambar 5. 3 Hasil Pengukuran dengan *Power Meter*



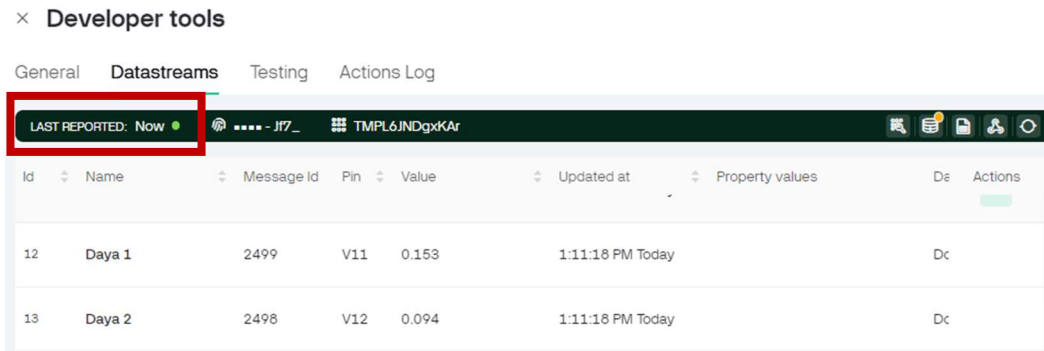
Gambar 5. 4 Hasil Pengukuran *Power Factor*

5.2.3 Proses Pengujian Informasi yang Dikirimkan

Pengujian ketiga yang dilakukan yaitu pada informasi yang dikirimkan. Dimulai dengan sensor PIR mendeteksi gerakan, melihat apakah pada *database* terdapat perubahan informasi dan dilanjutkan dengan melihat sistem *Smart Switch*. Tampilan pada saat semua sistem dimatikan dapat dilihat pada Gambar 5.5. Lalu untuk tampilan pada saat semua sistem diaktifkan dapat dilihat pada Gambar 5.6.

Id	Name	Message...	Pin	Value	Updated at	Property values	Dat...	Actions
14	Arus 1		V13	179	3:44:43 PM Today		Double	
15	Arus 2		V14	116.6	2:03:29 PM Today		Double	
17	Arus SW		V16	0	12:39:49 PM Today		Double	
7	AUTO		V6	1	3:19:09 PM Jul 15,...		Integer	
8	Countdown 1		V7	00:00:09	3:44:40 PM Today		String	
9	Countdown 2		V8	00:00:00	2:00:42 PM Today		String	
12	Daya 1		V11	0.132	3:44:43 PM Today		Double	
13	Daya 2		V12	0.055	2:03:29 PM Today		Double	
16	Daya SW		V15	0.005	12:39:49 PM Today		Double	

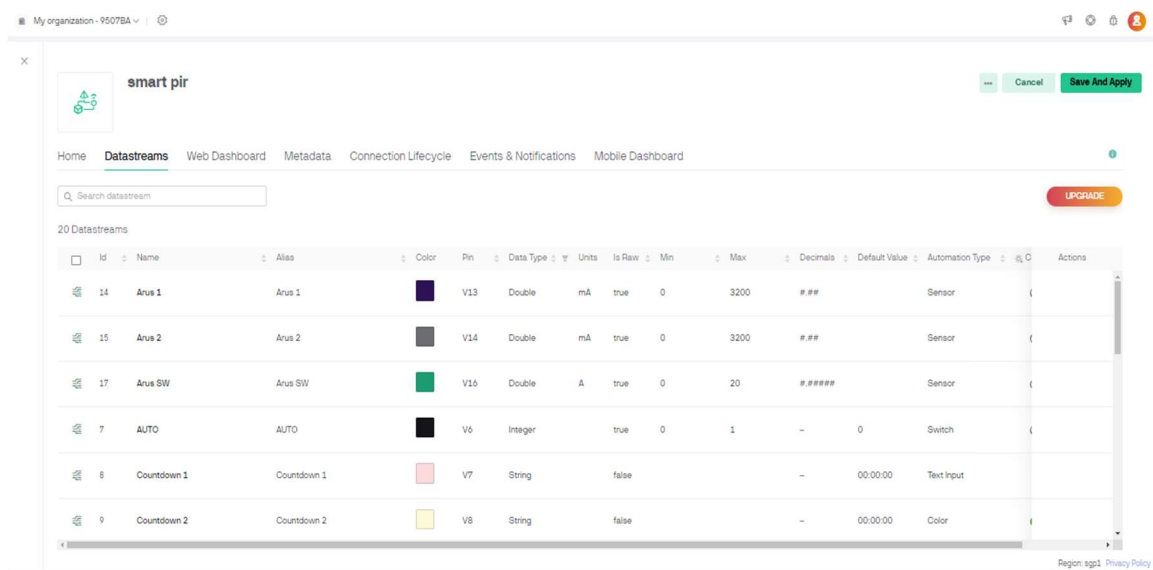
Gambar 5. 5 *Datastreams* sebelum sistem diaktifkan



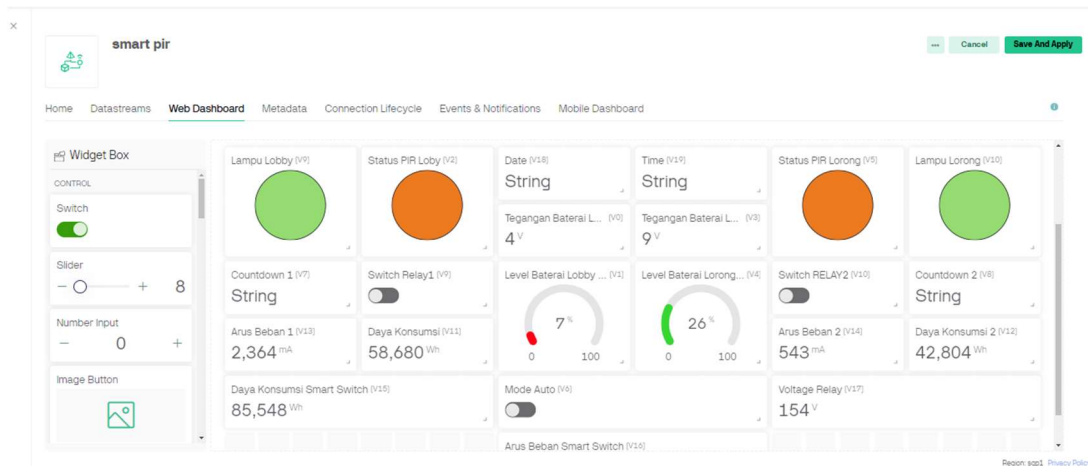
Gambar 5. 6 Datastreams sesudah sistem diaktifkan

5.2.4 Proses Pengujian Aktivitas *Developer* terhadap *Dashboard*

Pengujian keempat yang dilakukan yaitu pada aktivitas *Developer* terhadap *Dashboard*. Dimulai dengan pembuatan *Dashboard* yang terhubung dengan *database* yang disimpan pada *datastreams* Blynk Cloud. Tampilan pada *datastreams* Blynk dapat dilihat pada Gambar 5.7. Setelah memasukkan semua *datastreams*, selanjutnya mengatur penempatan *widget* pada *Dashboard* seperti pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 7 Datastreams yang terhubung dengan Blynk Cloud



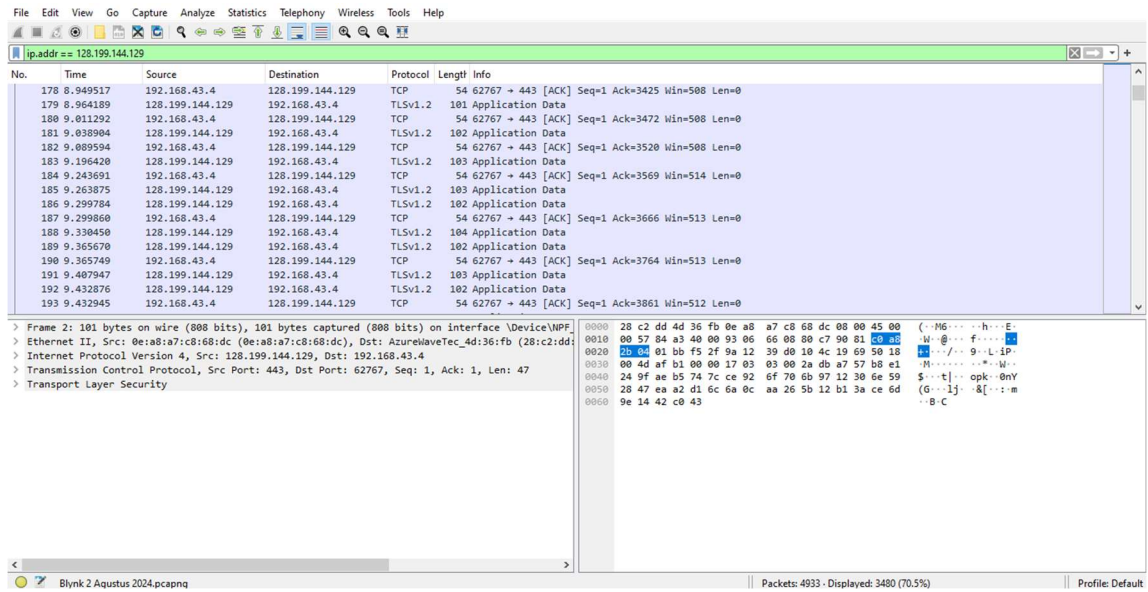
Gambar 5. 8 Susunan Menu di *Dashboard* yang Dilakukan oleh *Developer*

5.2.5 Proses Pengujian Parameter QoS terhadap *Dashboard*

Pengujian kelima yang dilakukan yaitu perhitungan parameter QoS terhadap *Dashboard*. Dimulai dengan menggunakan Wireshark untuk memulai simulasi dan penangkapan paket dari koneksi ke *website*. *Flowchart* pada Gambar 5.9 adalah proses pengambilan data pengujian parameter QoS. Pada Wireshark melakukan *capture* paket selama 5 menit menggunakan Wi-Fi yang terhubung pada *website* dan alat. Jaringan yang digunakan adalah jaringan data seluler *hotspot*. Melakukan analisis terhadap *capture file* yang didapatkan pada Gambar 5.10. Lalu menghitung parameter QoS seperti *throughput*, *delay*, dan *jitter* dengan data yang didapatkan pada excel seperti pada Tabel 5.5.



Gambar 5. 9 Flowchart Pengujian Parameter QoS



Gambar 5. 10 Capture Packet pada Wireshark

Penghitungan *Throughput*:

$$T(\text{bps}) = \frac{J_{PD}}{W_o} \times 8 \tag{5.1}$$

$$T(\text{bps}) = \frac{832825}{311,309}$$

$$T(\text{bps}) = 21\text{kbps}$$

Penghitungan *Delay*:

Tabel 5. 5 Pengujian Delay

4904	309.5915	128.199.14	192.168.43.4	309.591504	309.641373	0.04987
4905	309.6414	128.199.14	192.199.144.129	309.641373	309.659143	0.01777
4906	309.659	192.168.43.4		309.659143	309.703307	0.04416
4907	309.7033	192.168.43.4	192.199.144.129	309.703307	309.79992	0.09661
4908	309.7999	192.168.43.4		309.79992	309.800145	0.00023
4910	309.8002	192.168.43.4	192.199.144.129	309.800145	309.800184	0.00004
4911	309.9058	192.168.43.4		309.905815	309.950974	0.10563
4912	309.951	192.168.43.4	192.199.144.129	309.950974	309.974656	0.04516
4913	309.9747	192.168.43.4		309.974656	310.030568	0.05591
4914	310.0306	192.168.43.4	192.199.144.129	310.030568	310.035518	0.00495
4915	310.0355	192.168.43.4		310.035518	310.076477	0.04096
4916	310.0765	192.168.43.4	192.199.144.129	310.076477	310.113964	0.03749
4917	310.1139	192.168.43.4		310.113964	310.154505	0.04054
4918	310.1545	192.168.43.4	192.199.144.129	310.154505	311.308855	1.15435
4933	311.3089	192.168.43.4		311.308855		
Total						310.96815
Average						0.08940

$$D(\text{ms}) = \frac{T_D}{T_{PD}} \quad (5.2)$$

$$D(\text{ms}) = \frac{310,968}{4933}$$

$$D(\text{ms}) = 0,06304 \text{ ms}$$

Penghitungan *Jitter*:

$$J(\text{ms}) = \frac{D - (R_D)}{T_{PD} - 1} \quad (5.3)$$

$$J(\text{ms}) = \frac{310,968 - 0,0630}{4933 - 1}$$

$$J(\text{ms}) = 0,06303 \text{ ms}$$

5.2.6 Proses Pengujian Pengalaman *User* terhadap *Dashboard*

Pengujian keenam yang dilakukan yaitu pada pengalaman *user* terhadap *Dashboard*. Dimulai dengan mengirimkan kuisisioner kepada calon pengguna. Kuisisioner berupa pertanyaan-pertanyaan mengenai tampilan dan kinerja *website*. Grafik dari hasil kuisisioner dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Proses Pengujian Pengalaman *User* terhadap *Dashboard*

No	Pertanyaan	Grafik																		
1.	Apakah website yang kami gunakan mudah diakses?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>80%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	0	0%	4	1	20%	5	4	80%
Rating	Count	Percentage																		
1	0	0%																		
2	0	0%																		
3	0	0%																		
4	1	20%																		
5	4	80%																		
2.	Apakah website yang kami gunakan sudah sesuai dengan standar website lainnya?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>60%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	0	0%	4	2	40%	5	3	60%
Rating	Count	Percentage																		
1	0	0%																		
2	0	0%																		
3	0	0%																		
4	2	40%																		
5	3	60%																		
3.	Bagaimana menurut anda mengenai desain tampilan <i>Dashboard</i> website yang kami gunakan?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>60%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	0	0%	4	2	40%	5	3	60%
Rating	Count	Percentage																		
1	0	0%																		
2	0	0%																		
3	0	0%																		
4	2	40%																		
5	3	60%																		
4.	Bagaimana menurut anda mengenai isi tampilan <i>Dashboard</i> website yang kami gunakan?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>60%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	0	0%	4	2	40%	5	3	60%
Rating	Count	Percentage																		
1	0	0%																		
2	0	0%																		
3	0	0%																		
4	2	40%																		
5	3	60%																		
5.	Apakah website yang kami gunakan sudah layak untuk digunakan?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>80%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	0	0%	4	1	20%	5	4	80%
Rating	Count	Percentage																		
1	0	0%																		
2	0	0%																		
3	0	0%																		
4	1	20%																		
5	4	80%																		

5.2.7 Proses Pengujian Durasi dan Ketahanan Alat

Pengujian terakhir yaitu mengenai durasi penggunaan dan pengisian alat, dan menguji kekokohan dari alat. Pengujian durasi penggunaan dan pengisian baterai menggunakan salah satu alat sensor PIR yaitu PIR 1 atau PIR *lobby*. Pengujian durasi penggunaan dilakukan dengan mengaktifkan alat dari pukul 10.04 WIB hingga pukul 12.13 WIB dengan persentase awal baterai yaitu 93,66%. Acuan data awal dan akhir ditunjukkan pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8. Data didapatkan dari *data history* blynk berupa file excel yang diunduh pada *website*. *Data history* menampilkan aktivitas per detik.

Tabel 5. 7 Data History Awal

Time	Arus 1	Daya 1	Level Baterai Sistem 1	Status PIR 1	Tegangan Sistem 1
10:04:44 AM	39,1	0	93,66		4,124
10:04:45 AM	39,1	0	93,661		4,124
10:04:47 AM	39,3	0	93,325		4,12
10:04:47 AM	39,3	0	93,661		4,124

Tabel 5. 8 Data History Akhir

Time	Arus 1	Daya 1	Level Baterai Sistem 1	Status PIR 1	Tegangan Sistem 1
12:13:27 PM	95,2	1,199	87,478		4,05
12:13:28 PM	95,6	1,199	87,428		4,049
12:13:30 PM	95,5	1,199	87,813	1	4,054
12:13:31 PM	95,6	1,199	87,487		4,05

Data yang telah didapatkan diolah dengan menggunakan rumus-rumus yang telah dituliskan pada verifikasi spesifikasi durasi alat dalam bab sebelumnya. Hal pertama yang dilakukan adalah mencari selisih waktu dari penggunaan dan selisih persentase baterai awal dan akhir. Selisih waktu penggunaan sensor dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$S_W = W_R - W_A \quad (5.4)$$
$$S_W = 12:13:31 - 10:04:48$$
$$S_W = 2,145 \text{ Jam}$$

Selisih dari persentase baterai awal dan akhir dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$S_B = B_A - B_R \quad (5.5)$$

$$S_B = 93,66\% - 87,487\%$$

$$S_B = 6,173\%$$

Selisih dari waktu awal dan akhir pengujian untuk durasi penggunaan alat yaitu 2 jam 8 menit 43 detik atau 2,145 jam dan selisih penggunaan baterai awal dan akhir pengujian yaitu 6,173%. Setelah itu dilanjutkan dengan mencari daya konsumsi per jam dan kapasitas total baterai untuk mengetahui berapa durasi penuh pemakaian alat jika penggunaan alat dari baterai penuh. Daya konsumsi total selama pengujian yaitu 1,199 Wh sesuai dengan *data history* acuan akhir pada Tabel 5.8. Daya konsumsi per jam dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

$$D_{KJ} = \frac{D_K}{S_W} \quad (5.6)$$

$$D_{KJ} = \frac{1,199}{2,145}$$

$$D_{KJ} = 0,558 \text{ W}$$

Kapasitas total baterai dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

$$C_B = \frac{D_{KJ}}{S_B} \times 100 \quad (5.7)$$

$$C_B = 1,199 \times \frac{100}{6,173}$$

$$C_B = 19,42 \text{ Wh}$$

Selanjutnya, durasi pemakaian alat jika presentase baterai 100% dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$D_P = \frac{C_B}{D_{KJ}} \quad (5.8)$$

$$D_P = \frac{19,42 \text{ Wh}}{0,558 \text{ W}}$$

$$D_P \approx 34,80 \text{ Jam}$$

Dengan diperolehnya nilai untuk pengukuran daya yang terpakai per jam 0,558 W dan daya total yang bisa terpakai dari alat 19,42 Wh. Didapatkan hasil perhitungan untuk durasi penggunaan alat jika baterai penuh yaitu sekitar 34,80 jam atau 34 jam 48 menit. Pengujian selanjutnya yaitu mengukur durasi pengisian daya hingga penuh. Ditunjukkan pada Tabel 5.9,

waktu pengisian daya dilakukan dari pukul 12.13 WIB hingga 14.12 WIB dengan level persentase baterai awal dan akhir pengisian ditunjukkan pada.

Tabel 5. 9 Data History Acuan untuk Pengisian Daya

Time	Daya 1	Level Baterai Sistem 1	Tegangan Sistem 1
12:13:37 PM	1,2	87,804	4,054
2:12:17 PM	0	94,367	4,132

Hal pertama yang dilakukan untuk pengujian durasi pengisian daya hingga penuh yaitu dengan mencari selisih waktu pengujian dari pengisian baterai dengan rumus sebagai berikut:

$$S_W = W_R - W_A \quad (5.9)$$

$$S_W = 2:12:17 - 12:13:37$$

$$S_W = 2,022 \text{ Jam}$$

Selisih waktu dari pengujian yaitu 2 jam 1 menit 20 detik atau 2,022 jam. Selanjutnya, selisih persentase baterai sebelum dan sesudah pengisian dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$S_B = B_R - B_A \quad (5.10)$$

$$S_B = 94,367\% - 87,804\%$$

$$S_B = 6,563\%$$

Didapatkan hasil hitungan selisih persentase baterai 6,563%. Selanjutnya, dihitung laju pengisian per jam dengan rumus sebagai berikut:

$$K_{PJ} = \frac{S_B}{S_W} \quad (5.11)$$

$$K_{PJ} = \frac{6,563\%}{2,022}$$

$$K_{PJ} = 3,24\%$$

Rumus yang digunakan untuk mengukur durasi pengisian penuh sebagai berikut:

$$D_C = \frac{100\%}{K_{PJ}} \quad (5.12)$$

$$D_C = \frac{100\%}{3,24\%}$$

$$D_C \approx 30,86 \text{ Jam}$$

Durasi pengisian hingga penuh yaitu sekitar 30,86 jam atau 30 jam 51 menit 36 detik. Setelah melakukan pengujian terhadap durasi penggunaan dan pengisian baterai alat, pengujian berikutnya yaitu mengenai ketahanan atau kekokohan alat. Uji jatuh dilakukan dengan menjatuhkan perangkat sensor dari ketinggian sesuai penempatannya dan uji getaran dan uji suhu ruang perangkat *Smart Switch*. Kriteria keberhasilan dalam pengujian getaran dan suhu ekstrim terlihat pada tabel 5.10.

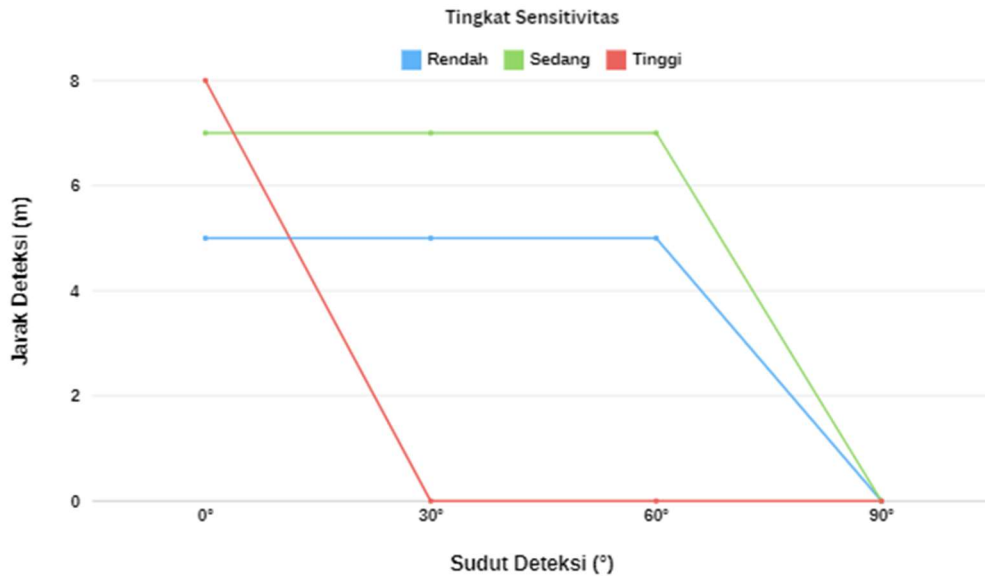
Tabel 5. 10 Kriteria keberhasilan Pengujian Ketahanan Alat

Pengujian	Rincian
Uji Jatuh	Dijatuhkan dari ketinggian peletakkannya, komponen dalam sistem tetap berfungsi dengan baik.
Uji Getaran	Isi kotak tidak ada kerusakan mekanis dan tidak ada komponen yang longgar
Uji Suhu Ruang	Kotak tetap utuh tanpa mengalami perubahan bentuk dan komponen didalam tetap berfungsi

5.3 Analisis Hasil Pengujian

5.3.1 Analisis Hasil Pengujian Jangkauan Sensor

Analisis pertama yaitu mengenai hasil pengujian yang dilakukan dengan mengatur potensiometer sensitivitas sensor PIR. Sensor diletakkan pada ketinggian yang dapat mencakup tinggi rata-rata orang Asia Tenggara pada umumnya yaitu sekitar 150 cm hingga 170 cm berdasarkan data dari *world population review*.



Gambar 5. 11 Grafik Jangkauan Deteksi Sensor

Hasil pengujian jangkauan deteksi sensor dapat digambarkan dengan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.9. Saat sensitivitas PIR diatur rendah, sensor dapat mendeteksi objek hingga jarak 5 meter dengan sudut deteksi hingga 60°. Saat sensitivitas PIR diatur sedang, sensor mendeteksi objek hingga jarak 7 meter dengan sudut deteksi yang sama yaitu hingga 60°, dan saat sensitivitas diatur tinggi, sensor dapat mendeteksi objek hingga jarak 8 meter, namun sudut deteksi hanya pada sudut 0° saat jarak 8 meter. Maka, dari pengujian membuktikan bahwa jangkauan sensor terbukti efektif hingga jarak 7 meter dengan lebar sudut deteksi 60° dalam mendeteksi objek pada ruangan.

Selain jangkauan sensor yang diuji berdasarkan tingkat sensitivitasnya, dilakukan juga pengujian terhadap objek dengan bermacam tinggi yang berbeda. Dari hasil pengujian, status sensor pada *website* mendeteksi bahwa adanya pergerakan yaitu saat objek berupa manusia dengan tinggi yang beragam, bergerak melewati sensor. Objek lain seperti kucing dan botol tidak terdeteksi oleh sensor. Dapat dianalisis, bahwa hal tersebut terjadi karena beberapa faktor seperti posisi penempatan perangkat yang hanya bisa menjangkau tinggi objek tertentu serta suhu yang dihasilkan. Diketahui sebelumnya bahwa tinggi objek pengujian selain manusia cukup rendah yaitu botol dengan tinggi 7 cm dan kucing dengan tinggi 20 cm. Sedangkan perangkat diletakkan pada ketinggian 1,7 meter dengan posisi yang menghadap ke arah ruangan seperti yang ditunjukkan sebelumnya pada Gambar 5.1 dan 5.2. Oleh karena itu, sensor PIR tidak dapat mendeteksi adanya perubahan suhu diruangan saat kedua objek tersebut bergerak.

5.3.2 Analisis Hasil Pengujian Tingkat Konsumsi Daya Listrik

Alasan mengapa pengukuran dilakukan secara manual adalah adanya indikasi kerusakan pada sensor PZEM 004t. Sensor PZEM 004t ini bisa menampilkan nilai daya, tegangan AC, frekuensi, energi hingga arus listrik yang melewati sensor, nilai nilai tersebut harapanya bisa ditampilkan di *Dashboard* Blynk, terlihat pada Tabel 5.11 data arus, daya dan tegangan terekam pada tanggal 15 Juli 2024 pada saat pengujian sistem. *Power Factor* adalah istilah untuk pendistribusian energi dengan notasi $\cos \phi$. *Power Factor* suatu perbandingan rasio daya nyata dan daya aktif terhadap daya semu. Mengapa menggunakan parameter ini karena faktor daya menyatakan tingkat efisiensi daya listrik yang dihasilkan, semakin tinggi nilai faktor daya dari alat yang diuji maka semakin baik juga kualitas alat tersebut[36]. Pengujian selama 2 jam mendapatkan nilai *Power Factor* sebesar 0,8 dengan nilai yang didapat artinya bahwa lampu yang menjadi beban pada alat sebagian besar energi atau 80% yang diterima digunakan secara efektif dan sebesar 20% energi yang hilang. Hal tersebut membuktikan bahwa *Smart Switch* menggunakan energi yang diterima secara efisien dan efektif.

Tabel 5. 11 Data History Arus, Daya Dan Tegangan *Smart Switch*

Time	Arus SW	Daya SW	Tegangan SW
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,4
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,3
7/15/2024 15:07	0	0,002	226,3

Metode untuk melihat berapa nilai arus dan tegangannya bisa menggunakan multimeter. Namun, hasil yang didapat dengan mengukur manual menggunakan Multimeter tidak bersifat kontinyu karena hanya mengambil nilai disatu waktu tertentu untuk menghitung berapa daya yang dikonsumsi.

5.3.3 Analisis Hasil Pengujian Informasi yang Dikirimkan

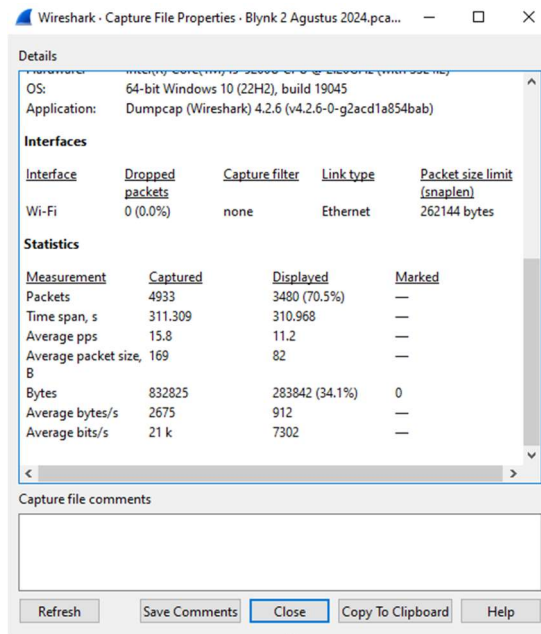
Untuk analisis hasil pengujian ketiga, ketika sistem mode auto diaktifkan lalu ada pergerakan kepada sensor PIR menunjukkan perubahan data kondisi pada *database* sensor PIR dan *Smart Switch* yang awalnya 0 berubah menjadi 1. Karena perubahan pada Sensor PIR dan *Smart Switch*, data pada arus beban, tegangan sistem, daya sistem, level baterai juga aktif dan mulai berubah. Hal ini membuktikan pengiriman informasi dari *end to end device* berhasil. Untuk mengirim dan menerima data dari server *website* Blynk menggunakan protokol HTTP atau HTTPS. Untuk melakukan permintaan HTTP ke server Blynk Cloud menggunakan Arduino IDE dengan *board* NodeMCU ESP8266. Fungsi ini mengatur koneksi ke *server*, mengirim permintaan HTTP, dan menerima serta memproses responsnya. Hal ini membuktikan pengiriman informasi dari *website* berhasil.

5.3.4 Analisis Hasil Pengujian Aktivitas *Developer* terhadap *Dashboard*

Untuk analisis hasil pengujian keempat, dapat dilihat ada 21 *datastreams* yang ditampilkan pada *Dashboard* Blynk cloud. Terdiri dari 3 tipe data yaitu Double, Integer, dan String. Tipe data *Double* digunakan untuk mengirim dan menerima angka desimal (*floating point numbers*). *Datastreams* yang menggunakan tipe data *double* pada *Dashboard* yaitu Arus 1, Arus 2, Arus *Smart Switch*, Daya 1, Daya 2, Daya *Smart Switch*, Level Baterai Sistem 1, Level Baterai Sistem 2, Tegangan Sistem 1, Tegangan Sistem 2, dan Tegangan *Smart Switch*. Tipe data Integer digunakan untuk mengirim dan menerima angka bulat (*whole numbers*). *Datastreams* yang menggunakan tipe data Integer pada *Dashboard* yaitu Auto, Status Lampu Lobby, Status Lampu Lorong, Status PIR 1, dan Status PIR 2. Tipe data String digunakan untuk mengirim dan menerima teks atau urutan karakter. *Datastreams* yang menggunakan tipe data String pada *Dashboard* yaitu *Countdown* 1, *Countdown* 2, *Date*, dan Waktu.

5.3.5 Analisis Hasil Pengujian Parameter QoS pada *Dashboard*

Untuk analisis hasil pengujian kelima, dapat dilihat Data Statistik pada Wireshark dengan hasil pada Gambar 5.12 sebagai berikut.



Gambar 5. 12 Hasil *Capture File Properties* pada *Wireshark*

Hasil perhitungan *Throughput* adalah 21 kbps. Hasil perhitungan *delay* adalah 0,06304 ms ms yang masuk dalam kategori *good* dengan hasil kurang dari 150 ms. Hasil perhitungan *jitter* adalah 0,06303 ms yang masuk dalam kategori *good* dengan hasil diantara 0 s.d. 20 ms.

5.3.6 Analisis Hasil Pengujian Pengalaman *User* terhadap *Dashboard*

Untuk analisis hasil pengujian keenam, dapat terlihat bahwa rata-rata jawaban kuesioner *user* memilih bobot penilaian bernilai 5 yang berarti *user* rata-rata sangat puas terhadap kinerja dari *website*. Penilaian hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Penilaian Hasil Kuesioner

Bobot Penilaian	Nomor Pertanyaan				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	1	2	2	2	1
5	4	3	3	3	4

5.3.7 Analisis Hasil Pengujian Durasi dan Ketahanan Alat

Pengujian Pengujian terakhir yaitu durasi dan ketahanan alat. Pada pengujian durasi, terdapat dua hal yang diuji yaitu durasi penggunaan perangkat sensor dan durasi pengisiannya. Pengujian durasi dilakukan pada salah satu perangkat sensor yaitu PIR 1 atau PIR lobby. Setelah dilakukan pengujian selama 2 jam 8 menit 43 detik atau 2,145 jam, selisih penggunaan baterai awal dan akhir pengujian yaitu 6,173%. dan daya konsumsi total selama pengujian adalah 1,199 Wh. Dari hasil tersebut, dihitung daya konsumsi per jam yaitu 0,558 Wh dan kapasitas total daya yaitu 19,42 Wh. Dengan itu diperoleh durasi penggunaan alat jika baterai penuh yaitu sekitar 34,80 jam atau 34 jam 48 menit.

Kemudian, pengujian durasi pengisian dilakukan selama yaitu 2 jam 1 menit 20 detik atau 2.022 jam dan mendapatkan selisih persentase baterai bernilai 6,563%. Dari hasil tersebut, dapat diketahui nilai kenaikan persentase per jam sebesar 3,24%. Maka, diperoleh Durasi pengisian hingga penuh jika baterai 0% yaitu sekitar 30,86 jam atau 30 jam 51 menit 36 detik. Mengaitkan hasil yang diperoleh dengan spesifikasi baterai 18650 yang digunakan, konsumsi daya yang cukup rendah dan perbandingan kapasitas yang diperoleh dengan kapasitas teoretis, menunjukkan efisiensi baik dari perangkat yang terdiri dari beberapa sensor serta modul tersebut. Durasi penggunaan cukup lama, mendukung operasi yang berkelanjutan tanpa sering mengisi ulang dan durasi pengisian yang relatif lama disebabkan oleh pengisian dengan arus yang rendah untuk menjaga keamanan dan umur baterai.

Analisis selanjutnya yaitu uji jatuh pada alat untuk mengetahui seberapa kokoh perangkat yang digunakan. Ditunjukkan pada Gambar 5.13 yang menampilkan kondisi perangkat sensor PIR setelah jatuh dari ketinggian peletakkan sensor dalam ruangan yaitu 1,7 meter dan pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 kondisi perangkat *smart switch* setelah pengujiannya

Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Ketahanan

Pengujian	Hasil
Uji Jatuh	Komponen dalam sistem berfungsi dengan baik. Patahnya satu tabung untuk baut pada <i>black box</i> , satu kabel jumper yang lepas dan bergesernya sedikit baterai holder pada case.
Uji Getaran	Komponen dalam black box tidak ada kerusakan dan kabel yang tersambung ke salah satu komponen lepas
Uji Suhu Ruang	Tidak ada perubahan bentuk pada <i>black box</i> dan komponen tetap berfungsi

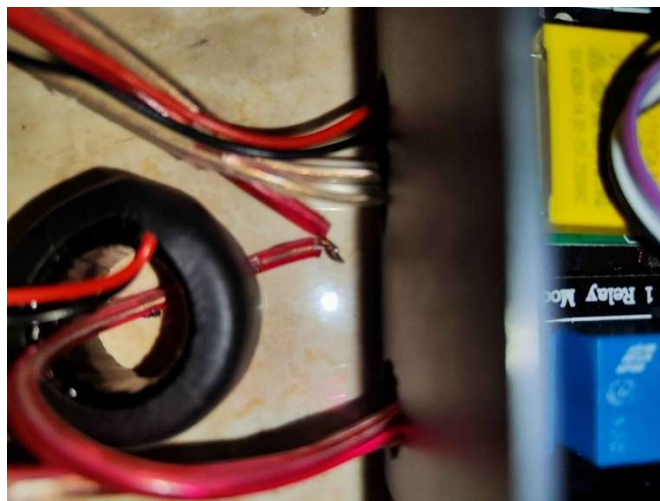
Hasil yang tertulis pada Tabel 5.13 menjelaskan perangkat sensor PIR mengalami kerusakan kecil pada salah satu bagian penopang, komponen berbentuk tabung pada *black box* untuk pemasangan baut perangkat, terlepasnya salah satu kabel jumper yang kemungkinan sudah longgar dari awal pemasangan dan baterai holder yang sedikit bergeser pada case penutup *box*. Sedangkan, untuk perangkat *Smart Switch*, salah satu kabel yang terhubung ke *relay* terlepas pada saat uji getaran, *relay* yang mengontrol lampu lobby tidak menyala akibat dari kabel yang terlepas selama uji getaran. Kemudian pada uji suhu ruang, rata-rata suhu terdingin Bandung adalah 17°C dan rata-rata suhu panas di Bandung 28°C[37], sedangkan *black box* yang digunakan berbahan ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) memiliki titik leleh 210°C - 270°C[38]. Suhu rata-rata harian Bandung tersebut tidak mempengaruhi bentuk *black box* dan komponen didalamnya tetap berfungsi. Maka, dari hasil pengujian ketahanan atau kekokohan perangkat, disimpulkan bahwa perangkat sensor PIR dan *Smart Switch* hanya mengalami kerusakan minor selama pengujian daya tahan masing-masing sistem.



Gambar 5. 13 Kondisi Perangkat PIR Setelah Jatuh



Gambar 5. 14 Kondisi *Smart Switch* setelah Uji Getaran



Gambar 5. 15 Kabel *Relay* yang Rusak

5.4 Kesimpulan

Kondisi gedung TULT saat ini belum bisa dikatakan gedung yang *green and smart* sepenuhnya. Walaupun gedung TULT sudah menggunakan beberapa teknologi yang cerdas, namun masih banyak hal yang perlu ditingkatkan, salah satunya bagaimana mengatasi penggunaan listrik yang berlebih pada gedung TULT khususnya di ruang dosen lantai 3. Dalam *capstone design* ini, dikembangkan sebuah alat yang bisa meningkatkan efisiensi dengan cara membuat lampu itu mati secara otomatis, menggunakan sensor PIR dan *Smart Switch* yang akan dikontrol melalui Blynk Cloud. Ada tujuh pengujian yang dilaksanakan pada sistem yang sudah dibuat beserta analisis hasil pengujian. Pengujian yang pertama terkait jangkauan sensor dengan *output* sensor yang bervariasi sesuai sensitivitasnya yaitu 5 meter pada sensitivitas rendah, 7 meter pada sensitivitas sedang, dan 8 meter pada sensitivitas tinggi dengan sudut deteksi 0° pada jarak maksimum. Sensor efektif mendeteksi hingga 7 meter dengan sudut 60° . Kemudian pengujian daya penggunaan listrik dengan hasil daya listrik yang terpakai sebesar 15 Wh, serta *Power Factor* sebesar 0,8 atau 80% energi digunakan secara efisien dan efektif untuk sistem yang menyala selama 2 jam. Pengujian informasi yang dikirimkan dengan hasil yang menunjukkan data gerakan yang dideteksi sensor PIR bisa terkirim ke *database* dan *Smart Switch* mengambil data gerakan tersebut dari website dan menyalakan lampu. Pengujian aktivitas *developer* terhadap *dashboard*, hasilnya adalah kemudahan *developer* dalam membuat *widget*. Berikutnya pengujian parameter QoS terhadap *dashboard*, hasilnya adalah *capture* paket selama 5 menit pada *software* Wireshark.

Output parameter QoS *throughput* sebesar 21kbps, *delay* sebesar 0,06304 ms, dan jitter 0,06303 ms. Berikutnya pengalaman *user* terhadap *dashboard* serta durasi dan daya tahan alat. Hasil dari pengujian pengalaman *user* terhadap *dashboard* sebesar 80% responden menilai *dashboard* mudah diakses, sedangkan 60% responden menilai *website* sudah sesuai dengan standar *dashboard* pada umumnya. Untuk tampilan desain *dashboard* 60% dari responden menilai bagus dalam hal desain tampilan *dashboard* dengan nilai yang sama responden menilai bagus terkait isi yang ditampilkan di dalam *dashboard*. Kelayakan pada *dashboard* dinilai bagus oleh 80% responden untuk digunakan. Dari pengujian durasi penggunaan dan pengisian daya perangkat menunjukkan bahwa perangkat dapat digunakan sekitar 34,80 jam saat baterai penuh dan sekitar 30,86 jam untuk pengisiannya dari persentase baterai 0. Dan yang terakhir, hasil pengujian terhadap ketahanan alat, untuk sistem PIR pada saat alat terjatuh dari ketinggian sekitar dua meter, kerusakan yang terjadi pada sistem adalah bagian tabung penopang dalam *black box*, terlepasnya salah satu kabel jumper dan holder baterai sedikit bergeser pada *case*

penutup *box*. Ketahanan sistem *Smart Switch* ketika di uji getaran tidak mengalami kerusakan komponen dan hanya ada kabel yang terlepas pada komponen *relay* yang mengendalikan lampu lobby, sensor-sensor yang terpasang tetap berada pada tempatnya hanya bagian kabel yang tersambung pada *relay* yang terlepas. Terdapat spesifikasi dari produk alat proyek *capstone design* ini dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Spesifikasi dari Produk Proyek *Capstone Design*

Spesifikasi	Produk Proyek <i>Capstone Design</i>
Jangkauan Sensor PIR	Jarak efektif deteksi, 7 meter dengan sudut deteksi 60°
Durasi Penggunaan Perangkat PIR	~ 34,80 Jam
Durasi <i>Charge</i> Perangkat PIR	~ 30,86 Jam
Frekuensi Kerja <i>Smart Switch</i>	45-65 Hz
Tegangan kerja <i>Smart Switch</i>	80-260 V
Arus Kerja <i>Smart Switch</i>	0,02 A
Fitur <i>Website</i>	Mode <i>Auto</i> , Status Sistem PIR, Status Sistem <i>Smart Switch</i> , Tanggal, Waktu, Daya Konsumsi, Arus Beban, Tegangan dan Level Baterai.