

RANCANG BANGUN SISTEM MOBILE SENSOR PADA JARINGAN MULTICELL MENGGUNAKAN RASPBERRY PI 3

Deri Andrian^{1*}), Nanang Ismail², dan Afaf Fadhil Rifa'i³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

³Jurusan Teknik Otomasi dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Indonesia

*E-mail: deriandrian16@gmail.com

Abstrak

Pengiriman informasi pada jaringan *Wireless Sensor Network* (WSN) menjadi lebih mudah dengan adanya kombinasi antara *Controller*, *Sensor*, dan *PC*. Salah satu manfaat keberadaan WSN adalah penerapan *mobile sensor* pada sistem *multicell*. *Mobile sensor* merupakan perangkat sensor yang bergerak dan mengirimkan data melalui jaringan WSN. *Multicell* merupakan sistem pemancar sinyal yang terdiri dari beberapa *access point*. Tujuan dari penelitian ini yaitu menerapkan sistem komunikasi pengiriman data berupa *Video Streaming* dari *WebCam* sebagai *mobile sensor* pada WSN dengan sistem *multicell*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 node *server* dan 1 node *client* yang terhubung dengan *WebCam*. Dari hasil pengujian dapat diketahui jarak transmisi yang dihasilkan Raspberry Pi 3 sebagai *access point* yaitu sejauh 160 meter dengan kekuatan sinyal 27% dan RSSI -79 dBm pada pengujian *Outdoor*. Pada pengujian *Indoor* Raspberry pi 3 hanya mampu memancarkan sinyal sejauh 30 meter dengan kekuatan sinyal 18 % dan RSSI -81 dBm. *Mobile Sensor* bergerak melalui rute *Blankspot* dan rute *Handover* pada saat melakukan pengiriman data *Video Streaming*.

Kata Kunci: WSN, Mobile Sensor, Multicell, Raspberry Pi 3, WebCam, Blankspot, Handover

Abstract

Sending information on the *Wireless Sensor Network* (WSN) network is easier with a combination of controller, sensor, and PC. One of the benefits of the existence of WSN is the application of mobile sensors to multicell systems. The mobile sensor is a sensor device that moves and transmits data through the WSN network. Multicell is a signal transmission system consisting of several access points. The purpose of this study is to implement a communication system for sending data in the form of Streaming Video from WebCam as a mobile sensor in WSN with a multicell system. Testing is done using 2 node servers and 1 client node that is connected to WebCam. From the test results, it can be seen that the transmission distance produced by the Raspberry Pi 3 as an access point is as far as 160 meters with a signal strength of 27% and RSSI of -79 dBm in Outdoor testing. On testing Indoor Raspberry pi 3 is only able to emit signals as far as 30 meters with 18% signal strength and RSSI of -81 dBm. Mobile Sensor moves through Blankspot routes and Handover routes when sending Streaming Video data.

Keywords: WSN, Mobile Sensor, Multicell, Raspberry Pi 3, WebCam, Blankspot, Handover

1. Pendahuluan

Pengiriman informasi dalam telekomunikasi dituntut untuk menjadi lebih cepat dan efektif. Salah satu perangkat yang menjadi sumber informasi yang diperlukan dalam pengambilan data yaitu sensor. Namun dalam segi pengiriman dan perolehan data, tidak semua kondisi dapat menghasilkan data yang akurat dan langsung dikarenakan faktor jarak dan kondisi geografis. Keadaan seperti ini dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN). Secara umum WSN dapat digambarkan sebagai jaringan *node* yang kooperatif untuk memantau lingkungan, yang memungkinkan interaksi antar manusia atau komputer dan lingkungan sekitarnya

[1]. WSN juga memiliki jangkauan yang luas dan dapat dikembangkan secara mudah untuk memperluas jangkauannya [1]. Salah satu pemanfaatan WSN dapat diterapkan pada sistem monitoring, diantaranya yaitu pengawasan kondisi lingkungan [2], perdagangan dan pergedungan [3]. Kebutuhan informasi dalam konteks pengawasan lingkungan diantaranya informasi berupa gambar dan video. Perangkat yang bisa menyediakan informasi tersebut adalah kamera.

Penerapan sensor terdapat dua kondisi yaitu *static* dan *mobile* sesuai dengan keperluan dan kondisinya. Dalam segi *monitoring*, sebenarnya *static sensor* lebih banyak digunakan. Namun dalam satu sisi, untuk area-area yang tidak terpantau *static sensor* itu bisa menggunakan *mobile*

sensor. Selain itu penggunaan *mobile sensor* juga dimaksudkan untuk efisiensi penggunaan banyak sensor, hal ini bisa diterapkan pada sistem monitoring yang sifatnya tidak terus-menerus.

Namun pada kenyataannya banyak permasalahan dalam ruang lingkup dan kondisi yang mempengaruhi koneksi internet bahkan tidak sampainya jangkauan internet, hal ini mengakibatkan koneksi antara node sensor dengan *access point* menjadi terhambat bahkan *loss signal*. Selain itu permasalahan yang sering muncul dari penerapan *mobile sensor* yaitu adanya permasalahan koneksi antara *node sensor* dengan *access point* ketika berpindah tempat.

Salah satu cara supaya terjaga koneksi antara keduanya maka dibutuhkan beberapa tambahan *access point* untuk satu *node sensor* dalam hal ini dapat dikatakan sistem *multicell*. Terdapat beberapa jalur komunikasi *wireless* yang dapat digunakan pada sistem *mobile sensor* ini salah satunya yaitu dengan menggunakan jaringan TCP/IP. TCP/IP merupakan sebuah standar jaringan terbuka yang bersifat independen terhadap mekanisme transport jaringan fisik yang digunakan, sehingga dapat digunakan dimana saja [4].

Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian tentang sistem monitoring diantaranya penelitian yang membahas tentang sistem pemantau lingkungan dengan menggunakan komputer Raspberry Pi melalui sensor dengan langsung mengunggah ke internet dan dapat diakses dimana saja melalui internet [5]. Sistem pemantau lingkungan dengan metode berbeda dibahas pada paper [6]. Paper tersebut membahas tentang sistem pemantauan lingkungan dengan mengembangkan sebuah kontrol *event-triggered finite-time* untuk jaringan *mobile sensor*. Lain halnya dengan paper [5] dan [6], paper [7] menekankan pada pembuatan sistem Raspberry Pi sebagai sebuah *node mesh* WSN dan *node sensor*. Pemantauan lingkungan dengan memanfaatkan kamera dibahas pada paper [8]. Paper tersebut membahas pemantauan dengan kamera menggunakan *Open CV* di ruangan.

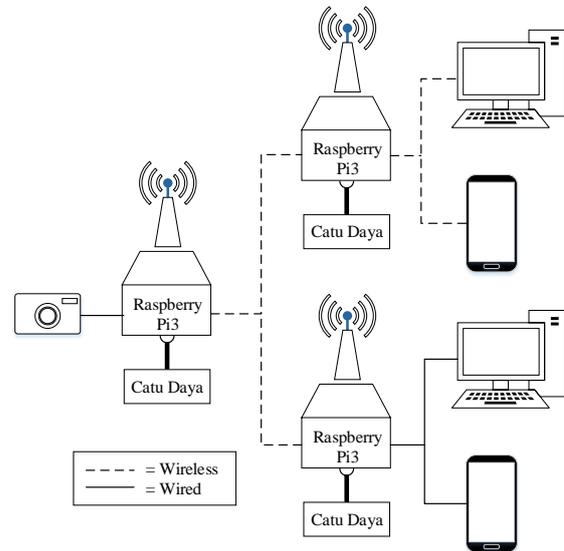
Selain itu, sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang pembuatan sistem monitoring pada jaringan *multicell* dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU. Penelitian yang dilakukan hanya untuk menganalisis daya pancar dari modul Wifi NodeMCU dan sensornya hanya sebagai indikator komunikasi [9].

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan penelitian pemanfaatan *mobile sensor* pada WSN *multicell* yang mampu mengirimkan informasi berupa visualisasi dari data sensor kamera yang berbentuk gambar atau video. Pada penelitian ini Raspberry Pi 3 digunakan sebagai pengganti dari NodeMCU pada paper [9] karena data berupa gambar dan video memerlukan media penyimpanan yang lebih besar.

2. Metode

2.1. Perancangan Hardware

Skema sistem *mobile sensor* dengan menggunakan Raspberry Pi 3 model B ditunjukkan pada Gambar 1.

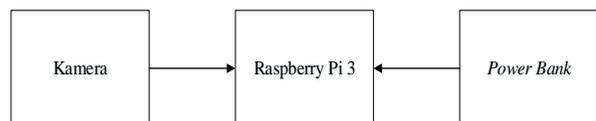


Gambar 1. Skema sistem *mobile sensor*

Gambar 1 menunjukkan skema *mobile sensor* yang terdiri dari 3 buah Raspberry Pi 3. Raspberry Pi 3 yang pertama difungsikan sebagai *client*, dan Raspberry Pi 3 kedua dan ketiga difungsikan sebagai *server*. Komunikasi antara *client* dengan *server* bersifat *wireless* melalui jaringan *access point* yang dibangun oleh *server*.

2.1.1. Perancangan Hardware pada Raspberry Pi 3 sebagai Client

Perancangan *hardware* Raspberry Pi 3 sebagai *client* memerlukan beberapa komponen. Komponen yang digunakan yaitu Raspberry Pi 3, kamera, dan *power bank*. Diagram perancangan Raspberry Pi 3 sebagai *client* dapat dilihat pada Gambar 2.

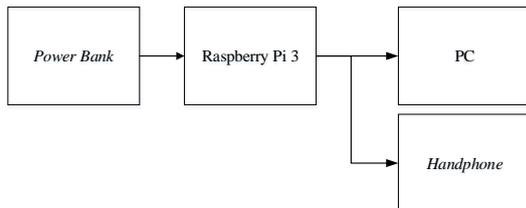


Gambar 2. Diagram perancangan bagian *client*

Gambar 2 menjelaskan koneksi dari komponen-komponen *mobile sensor* pada bagian *client*. Kamera berfungsi sebagai pengambil data yang dihubungkan melalui port USB Raspberry Pi 3. *Power bank* berfungsi sebagai sumber tegangan untuk menghidupkan Raspberry Pi 3.

2.1.2. Perancangan Hardware pada Raspberry Pi 3 sebagai Server

Komponen *hardware* pada sisi server adalah Raspberry Pi 3, *power bank*, PC atau *handphone*. Diagram rancangan sisi *server* dapat dilihat pada Gambar 3.

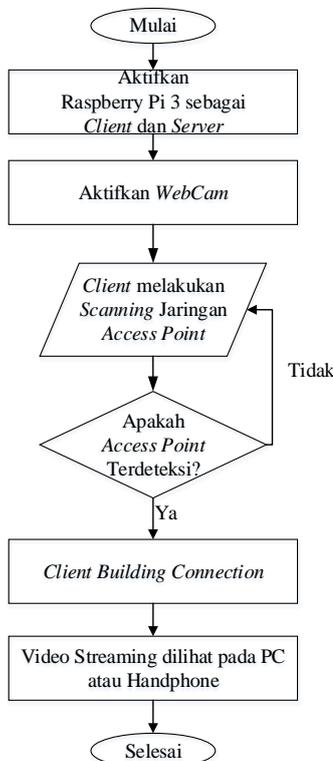


Gambar 3. Diagram perancangan *hardware* bagian server

Gambar 3 menjelaskan komponen-komponen *mobile sensor* yang mendukung pada Raspberry Pi 3 sebagai *Server*. *Power bank* berfungsi sebagai sumber tegangan untuk menghidupkan Raspberry Pi 3. PC/*handphone* berfungsi untuk menampilkan hasil akhir (*output*) dari data yang dikirim Raspberry Pi 3 (*client*).

2.2. Perancangan Software

Adapun *flowchart* dari sistem yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Flowchart* sistem *mobile sensor*
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>

Gambar 4 menjelaskan bagaimana alur pembuatan program pada sistem *mobile sensor* menggunakan Raspberry Pi 3. Sistem ini dimulai dengan menjadikan Raspberry Pi 3 sebagai *client* dan *server*. *Client* berfungsi sebagai pengirim data, sedangkan *server* berfungsi sebagai penyedia *access point* dan penerima data. *Webcam* diaktifkan sebagai sumber data yang terhubung pada Raspberry Pi 3 sebagai *client*. *Client* melakukan *scanning* jaringan *access point* yang disediakan oleh *server*. Setelah menemukan jaringan, *client* terhubung dengan *server* dan membuat jalur komunikasi data. *Client* mengirimkan data *video streaming* melalui jalur komunikasi yang telah dibuat dan dapat ditampilkan pada PC atau *handphone*.

3. Hasil dan Analisis

3.1. Pengujian dan Analisis Jarak Transmisi pada Raspberry Pi 3

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak transmisi sinyal yang dipancarkan oleh Raspberry Pi 3 sebagai *access point*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Wifi Router Master*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan *wifi router master*

Gambar 5 memperlihatkan tampilan dari *software Wifi Router Master* yang dipasang pada *handphone*. Dari *software* ini data yang dapat dianalisis diantaranya yaitu *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari sinyal *wifi*, persentase kekuatan sinyal, kecepatan sinyal, frekuensi dan saluran. Namun pada pengujian ini data yang diukur hanya RSSI dan persentase kekuatan sinyal.

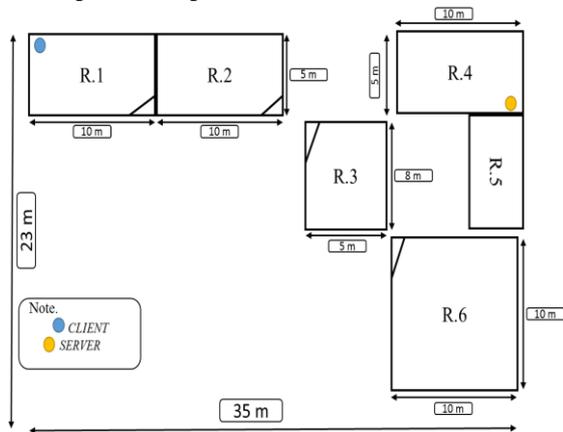
Pengujian ini dilakukan pada dua area yang berbeda, yaitu pada area terbuka (*outdoor*) dan area tertutup (*indoor*). Pengujian pada area *outdoor* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian pada area terbuka (*Outdoor*)

Pengujian pertama dilakukan pada area terbuka (*outdoor*) yang bertempat di Tritan Point Cipadung Bandung (*Longitude*: -6.930092, *Latitude*: 107.712151) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Pengujian pada lokasi *outdoor* dilakukan setiap 10 meter.

Pengujian kedua dilakukan pada area tertutup (*indoor*) yang bertempat di Pondok Pesantren Syifaussudur Cibaduyut Bojongloa Kidul Bandung (*Longitude*: -6.960494, *Latitude*: 107.590766). Tempat pengujian *indoor* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Denah lokasi pengujian *indoor*

Dari denah pada Gambar 7 terdapat 2 ruangan yang saling berdekatan dengan 3 sekat dengan ketebalan tembok 15 cm. Pengujian pada area tertutup (*indoor*) dilakukan setiap 5 meter.

Pengujian dilakukan pada dua area yang berbeda ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh hambatan seperti dinding beton dan pohon terhadap jangkauan pancaran sinyal dari *server*.

Hasil pengujian jarak transmisi sinyal pada area terbuka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian jarak transmisi sinyal pada area terbuka

No	Jarak (Meter)	Kekuatan Sinyal	RSSI (dBm)
1	10	97 %	-45
2	20	95 %	-49.5
3	30	94 %	-52.5
4	40	91.5 %	-55
5	50	87 %	-57.5
6	60	83.5 %	-61
7	70	82 %	-63
8	80	79.5 %	-64
9	90	66 %	-69
10	100	60 %	-70.5
11	110	54 %	-71.5
12	120	48 %	-73
13	130	40 %	-75
14	140	34 %	-76.5
15	150	31 %	-77.5
16	160	27 %	-79
17	170	0 %	0

Tabel 2 merupakan hasil pengujian jarak transmisi sinyal pada area tertutup (*indoor*).

Tabel 2. Hasil pengujian jarak transmisi sinyal pada area tertutup

No	Jarak (Meter)	Kekuatan Sinyal	RSSI (dBm)
1	5	88 %	-57
2	10	76 %	-66
3	15	32 %	-77
4	20	28 %	-78
5	25	24 %	-79
6	30	18 %	-81
7	35	0 %	0

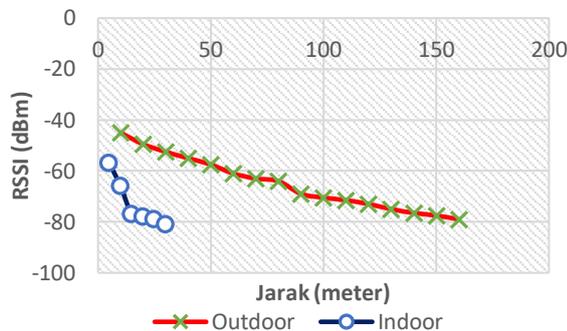
Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 terlihat bahwa ada perbedaan dari segi jangkauan sinyal yang dipancarkan oleh Raspberry Pi 3 sebagai *server*.

Tabel 1 merupakan hasil pengujian pada area terbuka (*outdoor*), pengujian dilakukan setiap jarak 10 meter dengan mengukur kekuatan sinyal yang dipancarkan. Maksimal pemancaran sinyal dari Raspberry Pi 3 sebagai *server* sejauh 160 meter dengan presentase kekuatan sinyal 27% dan RSSI -79 dBm. Pada pengukuran 10 meter selanjutnya yaitu pada jarak 170 meter, sinyal sudah tidak terdeteksi dengan presentase 0%.

Sedangkan pada Tabel 2 pengujian di area tertutup (*indoor*) maksimal pemancaran sinyal sejauh 30 meter dengan persentase kekuatan sinyal 18 % dan RSSI -81 dBm. Pengujian pada 5 meter selanjutnya yaitu pada jarak 35 meter menghasilkan persentase sinyal 0 %. Perbedaan hasil ini disebabkan karena pada area tertutup terdapat banyak hambatan seperti dinding-dinding pembatas ruangan dan pohon-pohon yang dapat mempengaruhi jangkauan pemancaran sinyal.

Perbandingan dari hasil pengujian jarak transmisi sinyal pada area terbuka dan tertutup disajikan melalui bentuk

grafik yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik RSSI dari hasil pengujian transmisi

Gambar 8 menunjukkan perbandingan yang dihasilkan dari jangkauan transmisi *access point* pada area tertutup dan area terbuka yang mempunyai perbedaan sangat besar. Pada grafik *indoor* dari jarak 5 s/d 15 meter penurunan kekuatan sinyalnya cukup signifikan dikarenakan pengujian pada jarak tersebut bangunan yang dilewati pancaran *access point* cukup besar ditambah lagi di dalam ruangnya terdapat banyak hambatan contohnya seperti bangku dan meja belajar. Berbeda dengan bangunan yang berada pada jarak 15 s/d 30 meter, bangunan tidak terlalu besar dan juga didalam ruangnya tidak terdapat banyak hambatan. Namun pada jarak 35 meter sinyal yang dipancarkan *access point* sudah tidak terdeteksi.

Sedangkan pada grafik *outdoor* dari jarak 10 s/d 160 meter penurunannya cukup stabil tidak ada penurunan yang cukup signifikan, dikarenakan pengaruhnya hanya jarak dari *access point*. Pada jarak 170 meter sinyal yang dipancarkan *access point* sudah tidak terdeteksi.

3.2. Pengujian dan Analisis Koneksi Client dan Server

Sebelum *mobile sensor* dijalankan sesuai rute, terlebih dahulu pada bagian *client* dilakukan *setting* untuk *autoconnect* ke *Server 1* dan *Server 2* pada software WICD Network Manager, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.

Komunikasi yang dibangun antara *client* dan *server* menggunakan protokol TCP/IP. *Client* akan mendapat IP dari *Server 1* dan *Server 2*. IP yang diterima *client* dari *Server 1* yaitu 192.168.5.187 dan IP dari *Server 2* yaitu 192.168.6.187.

IP yang diberikan *Server 1* dan *Server 2* sesuai dengan IP address yang di-*setting* pada saat perancangan *server*. Koneksi *client* ke *server* dapat dilihat pada Gambar 10.



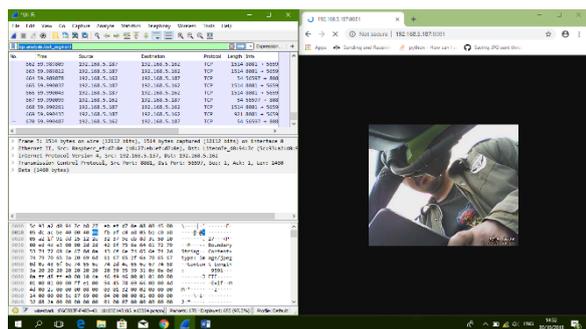
Gambar 9. WICD Network manager



Gambar 10. Koneksi client ke server 1 dan server 2

3.3. Pengujian dan Analisis Parameter Quality of Service (QoS) pada Video Streaming

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan sistem dalam menyediakan layanan pada saat terjadi komunikasi antara *client* dengan salah satu *server* pada saat melakukan *video streaming*. Parameter QoS yang dihitung dalam pengujian ini yaitu diantaranya *delay*, *throughput*, dan *packet loss*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software Wireshark dengan menganalisis pengiriman data pada saat *video streaming*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil analisis pengiriman data dengan wireshark

Hasil pengujian kemampuan jaringan dari Raspberry Pi 3 dalam menyediakan layanan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian parameter qos

Jarak	Packets	Time Span (detik)	Bytes	Delay (ms)	Troughput (Kbps)	Packet Loss (%)
10	989	58,506	921412	59,16	125,992	1,1
20	1016	59,256	964873	58,32	130,265	1,9
30	869	60,420	828873	69,53	109,748	2,5
40	1003	60,423	957010	60,24	126,708	2,0
50	969	61,696	911990	63,67	118,256	2,6
60	886	62,718	853956	70,79	108,926	2,8
70	871	60,846	839484	69,86	110,375	3,0
80	599	61,100	622153	102,00	81,460	3,1
90	436	58,982	372589	135,28	50,536	4,8
100	521	60,850	444358	116,79	58,420	3,9
110	518	60,414	460732	116,63	61,010	5,5
120	483	60,512	445451	125,28	58,891	5,9
130	421	59,465	350041	141,25	47,092	6,0
140	389	60,919	357185	156,60	46,906	8,1
150	362	59,847	282843	165,32	37,809	43,8
160	236	60,833	270931	257,77	35,629	60,6

Pengujian pertama yaitu menghitung besarnya *delay* yang dihasilkan pada saat pengiriman data dari *client* ke *server* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Delay = \frac{waktu\ pengiriman}{jumlah\ data\ yang\ dikirim} \quad (1)$$

Dari Tabel 3 dapat dilihat *delay* yang dihasilkan pada pengukuran setiap 10 meter mempunyai *delay* yang berbeda dimana semakin jauh jarak antara *client* dan *server* semakin besar *delay* yang dihasilkan. Klasifikasi *delay* yang dihasilkan pada pengujian ini menurut standarisasi ITU-T G.114 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi *delay*

Jarak (meter)	Rata-Rata Delay (ms)	Besar Delay (ms) ITU-T G.114	Kategori Delay ITU-T G.114
10 – 130	91,45	< 150	Baik
140 – 160	193,23	150 s/d 400	Cukup

Pengujian selanjutnya yaitu menghitung *throughput* pada saat pengiriman data dari *client* ke *server* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Throughput = \frac{jumlah\ bytes\ yang\ diterima}{waktu\ pengiriman} \quad (2)$$

Dari hasil perhitungan *throughput* pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak pengiriman antara *client* dan *server* maka *throughput* yang dihasilkan semakin kecil. Klasifikasi *throughput* yang dihasilkan pada pengujian ini menurut standarisasi *Tiphon* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi *throughput*

Jarak (meter)	Rata-Rata Throughput (Kbps)	Besar Throughput (Kbps) TIPHON	Kategori Throughput TIPHON
10 – 160	81,752	0 – 338	Buruk

Pengujian yang terakhir yaitu menghitung *packet loss* pada saat pengiriman *client* ke *server*. Pengukuran dilakukan dengan memasukan keyword (*tcp.analis_lossegment*) di bagian kolom *display filter* pada software *Wireshark* yang berfungsi untuk menganalisis *packet loss*. Klasifikasi *packet loss* yang dihasilkan pada pengujian ini menurut standarisasi ITU-T G.114 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi *packet loss*

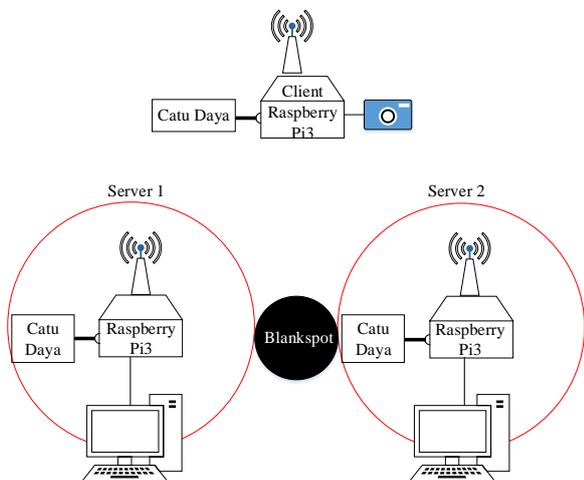
Jarak (meter)	Rata-Rata Packet Loss (%)	Packet Loss (%) ITU-T G.114	Kategori Packet Loss ITU-T G.114
10 – 70	2,3	3	Baik
80 – 140	5,3	15	Cukup
150 – 160	52,2	25	Buruk

3.4. Pengujian dan Analisis Sistem Mobile Sensor Menggunakan Raspberry Pi 3

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 rute pengujian yaitu rute *blankspot* dan rute *handover*, dengan tempat pengujian di Tritan Point Bandung. *Interface* yang digunakan pada pengujian ini yaitu Google Chrome pada laptop untuk *Server 1* dan Google Chrome pada *handphone* untuk *Server 2*.

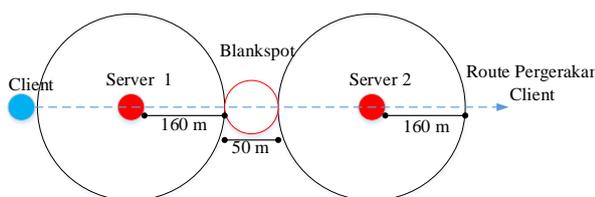
3.4.1. Rute Blankspot

Pengujian dengan rute *blankspot* seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Rute *blankspot*

Gambar 12 menunjukkan bahwa *server* mempunyai daya pancar dari jangkauan *access point* yang diilustrasikan dengan lingkaran merah. Namun untuk *client* tidak mempunyai daya pancar terhadap sinyal yang berada disekitarnya. Pada Gambar 12 terdapat lingkaran hitam yang menandakan area *blankspot*, dimana area tersebut tidak masuk ke area jangkauan *access point* dari *Server 1* dan *Server 2*. Alur pergerakan *client* pada rute *blankspot* ini dapat dilihat pada Gambar 13.

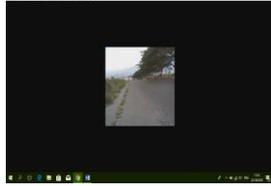
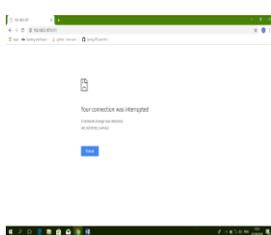
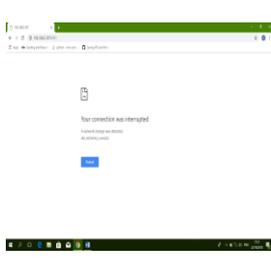


Gambar 13. Rute pergerakan *blankspot*

Dari Gambar 13 terlihat bahwa jarak jangkauan maksimal *access point* dari titik pusat *server* baik itu *Server 1* dan *Server 2* mempunyai jarak 160 meter. Dengan demikian jangkauan sinyal *access point* dari *server* mempunyai diameter 320 meter. Pada rute ini *client* bergerak lurus melewati *Server 1*, area *blankspot*, dan *Server 2*. Jarak area *blankspot* diantara area jangkauan dari *Server 1* dan *Server 2* yaitu 50 meter.

Hasil pengujian *mobile sensor* pada rute *blankspot* dapat dilihat pada Tabel 7.

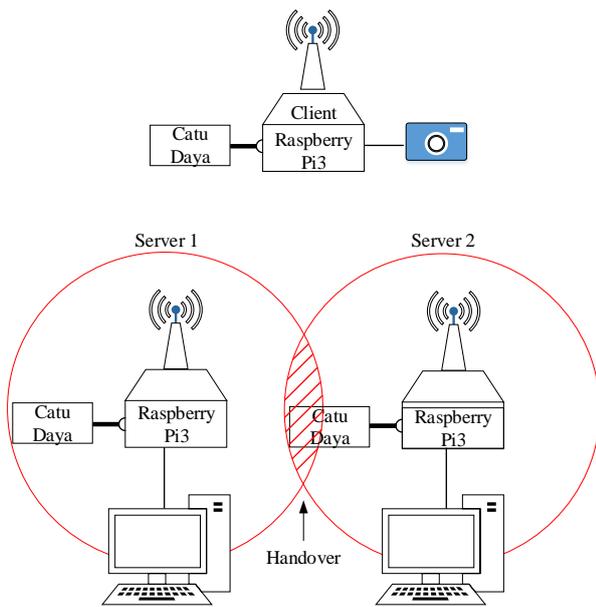
Tabel 7. Hasil pengujian *mobile sensor* pada rute *blankspot*

Waktu dan Keterangan	Server 1	Server 2
00:00.00 – 01:16.29 Tersambung dengan <i>Server 1</i>		
01:16.29 – 04:44.56 Area <i>BlankSpot</i>		
04:44.56 – 06:05.68 Tersambung dengan <i>Server 2</i>		

Tabel 7 menunjukkan bagaimana hasil percobaan *mobile sensor* dengan rute *blankspot*. Posisi *mobile sensor* awalnya berada diluar area jangkauan *wifi* dari *Server 1* maupun *Server 2*. Ketika *mobile sensor* bergerak ke area jaringan *Server 1* waktu yang tempuh untuk *autoconnect* dilanjut dengan *streaming* yaitu 1 menit 16 detik pada jarak 135 meter dari posisi *Server 1*. Kemudian *mobile sensor* bergerak lagi ke area *blankspot* dengan waktu perjalanan yaitu 3 menit 36 dengan jarak dari 160 meter dari *Server 1*. Otomatis *mobile sensor* tidak mendapatkan koneksi dari *Server 1* ataupun *Server 2*. Kondisi output pada *Server 1* dan *Server 2* tidak terhubung dengan *client* sehingga tidak ada data *streaming* yang masuk. Setelah melewati area *blankspot* yang berjarak 50 meter, *mobile sensor* bergerak masuk ke area jaringan *Server 2* dengan otomatis *mobile sensor* terkoneksi dan mengirimkan data *streaming* ke *Server 2* dengan waktu yang ditempuh yaitu 2 menit 15 detik pada jarak 135 meter dari posisi *Server 2*.

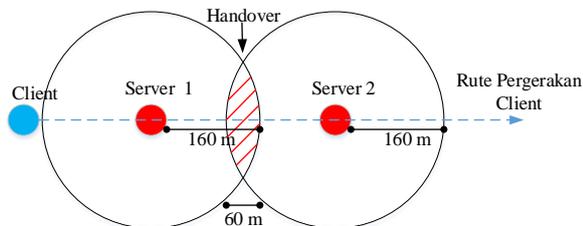
3.4.2. Rute Handover

Pengujian yang kedua dilakukan dengan rute *handover* seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Rute handover

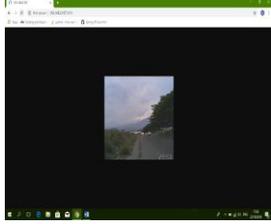
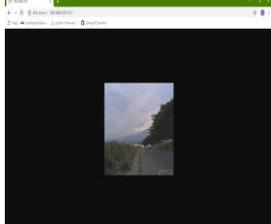
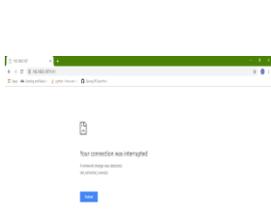
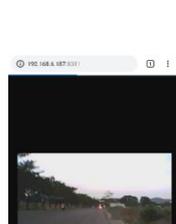
Dari Gambar 14 dapat dilihat adanya perbedaan dengan rute sebelumnya. Perbedaan dapat dilihat pada penempatan kedua server yang diletakkan tidak terlalu jauh antara keduanya. Sehingga jangkauan pancaran sinyal *access point* dari Server 1 dan Server 2 saling bersinggungan dan ini yang disebut dengan area *handover*. Alur perjalanan *client* pada rute *handover* ini dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rute pergerakan handover

Pada Gambar 15 terlihat jarak area *handover* atau kedua area *access point* saling bersinggungan yaitu 60 meter. Jarak ini diambil dikarenakan pada fenomena pengujian sebelumnya bahwa *client* dapat mengakses jaringan pada awal mula masuk area Server dan mengirimkan data video *streaming* pada jarak 135 meter dari jangkauan maksimal 160 meter. Alur pergerakan *client* sama halnya dengan rute *blankspot* yaitu *client* bergerak melewati Server 1, area *handover*, dan Server 2. Hasil pengujian *mobile sensor* pada rute *handover* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian *mobile sensor* pada rute *handover*

Waktu dan Keterangan	Server 1	Server 2
00:00.00 – 01:17.18 Tersambung dengan Server 1		
01:17.18 – 04:40.03 Area Handover		
04:40.03 – 05:46.15 Tersambung dengan Server 2		

Proses pengujian pada Tabel 8 menunjukkan bagaimana hasil percobaan *mobile sensor* dengan rute *handover*. Sama dengan rute *blankspot* posisi *mobile sensor* awalnya berada diluar area jangkauan *wifi* dari server 1 maupun server 2. Ketika *mobile sensor* bergerak ke area jaringan server 1 waktu yang tempuh untuk *autoconnect* dilanjut dengan *streaming* yaitu 1 menit 17 detik dengan jarak 135 meter dari posisi server 1.

Kemudian *mobile sensor* bergerak lagi ke area *handover* dengan waktu perjalanan 3 menit 23 detik. Pada saat berada di area *handover* kondisi *mobile sensor* masih terkoneksi dengan server 1. *Mobile sensor* akan terhubung dengan server 2 apabila sudah benar-benar putus koneksi dengan server 1. Setelah melewati area *handover*, kondisi *mobile sensor* telah terlepas dengan server 1 dan bergerak masuk ke area jaringan server 2 dengan otomatis *mobile sensor* terkoneksi dan mengirimkan data *streaming* ke server 2

dengan waktu yang ditempuh yaitu 1 menit 6 detik pada jarak 135 meter dari posisi *server* 2.

4. Kesimpulan

Jarak *transmisi* sinyal yang dihasilkan dari *server* pada pengujian *outdoor* sejauh 160 meter dengan presentase kekuatan sinyal 27 % dan RSSI -79 dBm dan pada pengujian *indoor* sejauh 30 meter dengan presentase kekuatan sinyal 18 % dan RSSI -81 dBm. Perbedaan ini disebabkan karena dalam pengujian *indoor* terdapat banyak hambatan seperti bangunan dan pohon yang dapat memantulkan sinyal keluar dari arah fokus sinyal yang dipancarkan *server* menuju *client*.

Hasil rata-rata pengujian parameter QoS di area terbuka dilakukan dengan video streaming. Pengukuran dilakukan untuk setiap jarak 10 meter. Hasil pengujian delay dari jarak 10 - 130 meter termasuk kategori Baik berdasarkan ITU-T G.114 dengan rata-rata 91,4 ms, dan termasuk kategori CUKUP pada jarak 140 - 160 meter dengan delay rata-rata sebesar 193,2 ms. Packet loss yang dihasilkan pada jarak 10 s/d 70 meter termasuk kategori BAIK berdasarkan ITU-T G.114 dengan rata-rata nilai 2,3 %, termasuk kategori Cukup pada jarak 80 - 140 meter dengan rata-rata sebesar 5,3 %, dan termasuk kategori Buruk pada jarak 150 - 160 meter dengan rata-rata 52,2%.

Pada rute *blankspot*, *mobile sensor* tidak mendapatkan jaringan baik dari *access point* 1 ataupun *access point* 2 karena berada diluar kedua area jangkauan *access point*. Pada rute *handover*, *mobile sensor* masih terkoneksi terhadap *access point* 1, dan baru terkoneksi dengan *access point* 2 ketika sudah tidak terkoneksi dengan *access point* 1. *Mobile sensor* terkoneksi dengan *server* pada jarak 135 meter dari posisi *server*, dan melepas koneksi pada jarak 160 meter.

Referensi

- [1]. F. Nurdiansyah dan Cucun Wida Nurhaeti dan Rida Hudaya, "Wireless Sensor Network menggunakan Radio Transceiver 2,4 Ghz pada Aplikasi Sistem Akuisisi Data," *Ind. Res. Work. Natl. Semin. Politek. Negeri Bandung*, vol. 4, pp. 26–27, 2017.
- [2]. A. F. Rochim, E. D. Widiyanto, P. Studi, S. Komputer, F. Teknik, and U. Diponegoro, "Perancangan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) Untuk Memantau Suhu dan Kelembaban Menggunakan nRF24L01 +," vol. 2, no. 4, pp. 267–276, 2014.
- [3]. F. Arkan and L. Belakang, "Sistem Detektor Kebakaran untuk Rumah Susun dengan Sistem Wireless Sensor Network," vol. 1, no. 1, 2014.
- [4]. D. Helton Janius, "Analisis Qos Video Streaming Pada Jaringan Wireless Menggunakan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket)," UIN Sultan Syarif Kasim Riau, 2013.
- [5]. M. Ibrahim, A. Elgamri, S. Babiker, and A. Mohamed, "Monitoring using the Raspberry-Pi Computer," *IEEE Xplore Digit. Libr.*, pp. 159–164, 2015.
- [6]. Q. Lu and Q. Han, "Cooperative Control of Mobile Sensor Networks for Environmental Monitoring: An Event-Triggered Finite-Time Control Scheme," *IEEE Trans. Cybern.*, vol. 47, pp. 1–14, 2016.
- [7]. M. C. B. Gragasin, M. P. A. Talplacido, and N. A. Macabale, "Throughput evaluation of Raspberry Pi devices on multihop and multiflow Wireless Sensor Network scenarios," *Proc. - Int. Conf. Signals Syst. ICSigSys 2017*, vol. 4, no. 1, pp. 256–260, 2017.
- [8]. K. D. Irianto, "Pendeteksi Gerak Berbasis Kamera," *Ilm. KomuniTi*, vol. 2, no. August, pp. 52–54, 2015.
- [9]. I. Firdaus, "Rancang Bangun Sistem Komunikasi Sensor Bergerak Dengan Jaringan Multicell," *Tek. Elektro UIN SGD Bandung*, pp. 10–15, 2017.