

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Pengukuran

Analisa data pengukuran adalah analisa sistem dari *node* berdasarkan akurasi hasil pembacaan sensor yang telah dipasang pada *node*. Penentuan akurasi data berdasarkan alat pembanding seperti thermometer dan oximeter. Pada Gambar 4.1 diperlihatkan gambar *node* yang telah terpasang sensor



Gambar 4.1 Tampilan *Node*

Penentuan akurasi data pada pengukuran suhu menggunakan alat pembanding thermometer yang digunakan untuk membandingkan data pengukuran suhu dengan data sebenarnya. Pada Tabel 4.1 terlihat data pengukuran suhu dari *node* dan suhu dari pembacaan Thermometer.

Tabel 4.1 Pengukuran Suhu *Node* dan Thermometer

Hasil	<i>node1</i>		<i>node2</i>		<i>node3</i>		Thermometer (°C)
	Nilai(°C)	<i>error</i> (%)	Nilai(°C)	<i>error</i> (%)	Nilai(°C)	<i>error</i> (%)	
Hasil 1	36	1.3698	36	1.3698	35	4.1095	36.5
Hasil 2	35	3.0470	35	3.0470	35	3.0470	36.1
Hasil 3	36	0.8264	36	0.8264	36	0.8264	36.3
Hasil 4	41	0.2433	41	0.2433	42	2.1897	41.1

Hasil percobaan dapat terlihat bahwa hasil dari pembacaan antar *node* tidak berbeda jauh dan selisih dengan pembacaan *thermometer* juga tidak terlalu jauh dengan menggunakan persamaan 3.1 dapat dihitung *error* dari *node* dengan *error* rata-rata *node* satu sebesar 1.371677%, *node* dua sebesar 1.371677% dan *node* tiga sebesar 1.44833%.

Pengukuran kadar oksigen dalam darah dengan menggunakan oximeter dilakukan dengan cara menggunakan satu obyek yang sama dan diukur pada waktu yang bersamaan. Pada Tabel 4.2 terlihat data pengukuran kadar oksigen dalam darah dari *node* dan kadar oksigen dalam darah dari oximeter.

Tabel 4.2 Pengukuran Kadar Oksigen Dalam Darah *Node* Dan *Oximeter*

Obyek	<i>node1</i>		<i>node2</i>		<i>node3</i>		Oximeter
	Nilai(%)	<i>error</i> (%)	Nilai(%)	<i>error</i> (%)	Nilai(%)	<i>error</i> (%)	
Obyek 1	96	3.0303	97	2.0202	94	5.0505	99
Obyek 2	96	3.0303	98	1.0101	97	2.0202	99
Obyek 3	95	3.0612	97	1.0204	98	0	98
Obyek 4	97	1.0416	92	4.1666	96	0	96

Pada Tabel 4.2 terlihat bahwa *error* dari *node* terhadap oximeter dengan menggunakan persamaan 3.1, *error* rata-rata pada *node* satu sebesar 2.020041%, *node* dua sebesar 2.054344% dan *node* tiga sebesar 1.767677%.

Pengukuran keakuratan posisi menggunakan perbandingan terhadap garis lintang dan garis bujur antara *node* dan alat pengukur. Alat pengukur yang digunakan pada pengukuran keakuratan posisi dengan menggunakan posisi yang ada pada google maps. Pada Tabel 4.3 terlihat perbandingan penentuan lokasi garis lintang pada *node* dan alat pengukur.

Tabel 4.3 Perbandingan Penentuan Lokasi Garis Lintang Pada *Node* Dan Alat Pengukur

Lokasi	<i>node1</i>		<i>node2</i>		<i>node3</i>		Garis Lintang (°)
	Nilai(°)	<i>error</i>	Nilai(°)	<i>error</i>	Nilai(°)	<i>Error</i>	
Lokasi 1	-6.211038	0.00270	-6.211032	0.00260	-6.211040	0.00273	-6.210870
Lokasi 2	-6.210878	0.00164	-6.210879	0.00162	-6.210872	0.00173	-6.210980
Lokasi 3	-6.210980	0.00061	-6.210984	0.00067	-6.210987	0.00072	-6.210942
Lokasi 4	-6.210946	0.00027	-6.210968	0.00062	-6.210974	0.00072	-6.210929

Dengan menggunakan persamaan 3.1 dapat terlihat *error* perbandingan penentuan lokasi garis lintang pada *node* dan alat pengukur dimana rata-rata *error*

node satu sebesar 0.00049%, *node* dua sebesar 0.00057% dan *node* tiga sebesar 0.00061%.

Pada pengukuran perbandingan penentuan lokasi garis bujur pada *node* dan alat pengukur menggunakan teknik yang sama pada pengukuran garis lintang. perbandingan penentuan lokasi garis bujur pada *node* dan alat pengukur dapat terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan Penentuan Lokasi Garis Bujur Pada *Node* Dan Alat Pengukur

	<i>node1</i>		<i>node2</i>		<i>node3</i>		Garis bujur (°)
	Nilai(°)	<i>error</i>	Nilai(°)	<i>error</i>	Nilai(°)	<i>error</i>	
Lokasi 1	106.739303	0.0000440	106.739316	0.0000562	106.739308	0.0000487	106.739256
Lokasi 2	106.739059	0.0000281	106.739043	0.0000431	106.739050	0.0000365	106.739089
Lokasi 3	106.728922	0.0000262	106.738929	0.0094023	106.728925	0.0000290	106.728894
Lokasi 4	106.728698	0.0092778	106.738687	0.0000806	106.738690	0.0000833	106.738601

Pada Tabel 4.4 dapat didapatkan *error* dari *node* dengan menggunakan persamaan 3.1 yang mana besar error rata-rata pada *node* satu sebesar 0.0002309%, *node* dua sebesar 0.00237% dan *node* tiga sebesar 0.000031151%.

4.2 Analisa Data Respons Waktu

Analisa data *respons* waktu terbagi 2 yaitu *respons* waktu koneksi ke *router* dan *respons* waktu pengukuran suhu. Pengukuran data *respons* waktu menggunakan fitur yang ada pada serial monitor di Arduino IDE yaitu Show Timestamp.

4.2.1 Pengukuran *respons* waktu koneksi ke *AP node*

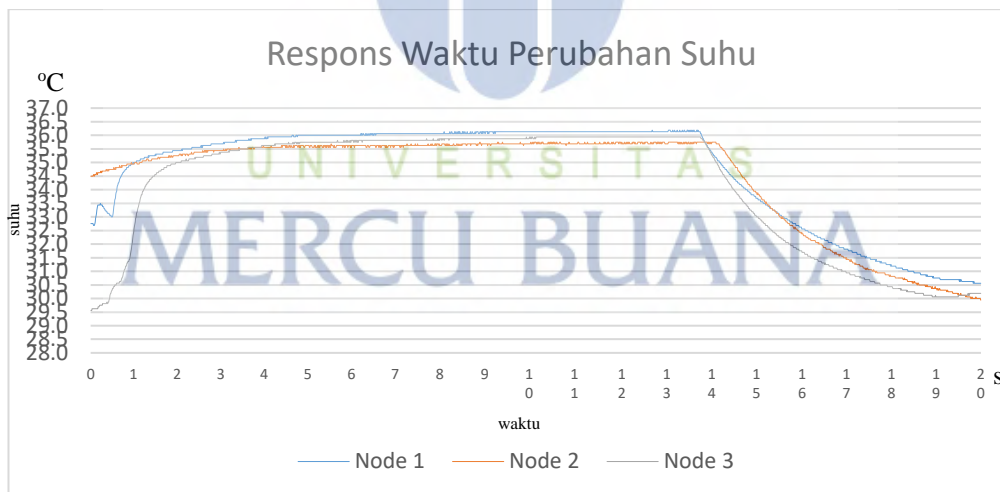
Pengukuran *respons* waktu koneksi ke *AP node* dimulai dengan pengukuran waktu yang dimulai pada saat *STA node* dihidukan dan berakhir saat *STA node* terkoneksi dengan *AP node*. Pengukuran *respons* waktu koneksi ke *AP node* menggunakan berbagai. skenario jarak dari *AP node* ke *STA node* yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengukuran *Respons* Waktu Koneksi *STA node* Ke *AP node*

Jarak	node(detik)		
	node satu	node dua	node tiga
10 meter	3.40	4.89	3.98
20 meter	5.29	4.85	6.23
30 meter	7.82	8.28	8.49
40 meter	-	-	-
50 meter	-	-	-
60 meter	-	-	-

4.2.2 Pengukuran *respons* waktu pengukuran suhu

Pengukuran *respons* waktu pengukuran suhu digunakan untuk kecepatan sensor suhu dalam mendeteksi perubahan suhu. Pengukuran *respons* ditampilkan pada Gambar 4.2 yang mana akan menunjukkan secara jelas *respons* waktu pengukuran suhu dalam kurun waktu dua puluh menit yang ditampilkan dalam diagram garis.

Gambar 4.2 Diagram Garis *Respons* Waktu Pengukuran Suhu

Pada Gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa apabila terjadi penurunan suhu secara tiba-tiba maka akan terjadi perubahan suhu seperti yang tergambar di grafik dengan apabila selisih penurunan suhu jauh maka perubahannya akan semakin cepat dan apabila selisih sedikit maka penurunan suhu akan semakin lama

4.3 Analisa *Quality of Service (QoS)*

Analisa QoS terbagi menjadi pengukuran *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *Received Signal Strength Indicator (RSSI)* dari WSN. Dengan menggunakan perangkat lunak Wireshark untuk pengukuran *throughput*, *packet loss* dan *delay* dan perangkat lunak Vistumbler untuk pengukuran *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*

4.3.1 Pengukuran dan analisa *throughput*

Pengukuran dan Analisa nilai dari *throughput* dilakukan dengan cara mengukur besar paket data yang diterima dibagi dengan selisih antara waktu dikirim dengan waktu yang diterima sesuai dengan persamaan 2.1. pengukuran nilai dari *throughput* dilakukan dengan menggunakan skenario jarak dengan selisih 10 meter. Hasil pengukuran ditunjukkan dengan Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengukuran *Throughput*

Jarak <i>STA node</i> & Lokasi Pembacaan Terhadap <i>AP node</i> (meter)	Nilai Rata-rata <i>Throughput</i> dengan <i>AP node</i> (kbps)		
	<i>node satu</i>	<i>node dua</i>	<i>node tiga</i>
10	1.257	18.131	13.499
20	8.024	1.311	12.286
30	0.966	0.404	6.667
40	0.307	1.886	0.297
50	0.990	0.573	0.842
60	0.691	0.365	-

Pada Tabel 4.6 dapat terlihat bahwa pada jarak antara *STA node* & Lokasi Pembacaan Terhadap *AP node* sebesar 10 m maka pada *node satu* besar *throughput* 1.257 kbps, *node dua* sebesar 18.131 kbps dan *node3* sebesar 13.499kbps, sedangkan pada jarak antara *STA node* & Lokasi Pembacaan Terhadap *AP node* sebesar 20 m maka pada *node satu* besar *throughput* 8.024 kbps, *node dua* sebesar 1.311 kbps dan *node3* sebesar 12.286 kbps, sedangkan pada jarak 30 m besar *throughput* pada *node satu* sebesar 0.966 kbps, *node dua* sebesar 0.404 kbps dan *node3* sebesar 6.667kbps, sedangkan pada jarak 40 m besar *throughput* pada *node*

satu sebesar 0.307kbps, *node* dua sebesar 1.886 kbps dan *node3* sebesar 0.297 kbps, sedangkan pada jarak 50 m besar throughput pada *node* satu sebesar 0.990kbps, *node* dua sebesar 0.573kbps dan *node3* sebesar 0.842kbps, sedangkan pada jarak 60 m besar throughput pada *node* satu sebesar 0.691kbps, *node* dua sebesar 0.365kbps dan *node3* sebesar 0 kbps dikarenakan *STA node* tidak dapat terkoneksi dengan aplikasi pembacaan. Berdasarkan Tabel 2.3 indeks *throughput* pada hasil percobaan termasuk dalam indeks empat dengan kategori degradasi sangat bagus.

4.3.2 Pengukuran dan analisa *packet loss*

Pengukuran dan Analisa nilai dari *packet loss* dilakukan dengan cara mengukur besar jumlah paket yang dikirimkan dikurangi jumlah paket yang diterima dan dibagi jumlah paket yang dikirimkan dikali seratus persen sesuai dengan persamaan 2.2. pengukuran nilai dari *packet loss* dilakukan dengan menggunakan skenario jarak dengan selisih 10 meter. Hasil pengukuran ditunjukkan dengan Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengukuran *Packet loss*

Jarak <i>STA node</i> & Lokasi Pembacaan Terhadap <i>AP node</i> (meter)	Nilai Rata-rata <i>Packet loss</i> dengan <i>AP node</i> (%)		
	<i>node</i> satu	<i>node</i> dua	<i>node</i> tiga
10	0	0	0
20	0	0	0
30	0	0	0
40	0	0	0
50	0	0	0
60	0	0	0

Pada Tabel 4.7 dapat terlihat bahwa tidak ada kehilangan paket yang terjadi pada komunikasi *STA node* dengan *AP node* baik pada *node* satu, *node* duadan mode tiga pada setiap sekenario jarak. Berdasarkan Tabel 2.4 indeks *packet loss* pada hasil percobaan termasuk dalam indeks empat dengan kategori degradasi sangat bagus.

4.3.3 Pengukuran dan analisa *delay*

Pengukuran dan Analisa nilai dari *delay* dilakukan dengan jumlah total waktu penerimaan paket dikurangi waktu pengiriman paket dibagi waktu pengiriman paket sesuai dengan persamaan 2.3. pengukuran nilai *delay* dilakukan dengan menggunakan skenario jarak dengan selisih 20 meter. Hasil pengukuran ditunjukkan dengan Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengukuran *Delay*

Jarak <i>STA node</i> & Lokasi Pembacaan Terhadap <i>AP node</i> (meter)	Nilai Rata-rata <i>delay</i> dengan <i>AP node</i> (Second)		
	<i>node satu</i>	<i>node dua</i>	<i>node tiga</i>
10	2.255449	1.422195	0.227468
20	0.209407	2.402388	0.173594
30	3.72209	5.888983	2.624853
40	5.663479	1.211943	6.489576
50	3.76003	4.252622	4.446374
60	4.599909	4.809274	-

Pada Tabel 4.8 dapat terlihat bahwa rata-rata terjadi peningkatan *delay* pada tiap penambahan jarak antara *AP node* dan *STA node* sejauh 10 m, *delay* pada *node satu* sebesar 2.255449 detik, *node dua* sebesar 1.422195 detik dan *node tiga* sebesar 0.227468 detik, pada jarak 20 m, *delay* pada *node satu* sebesar 0.209407 detik, *node dua* sebesar 2.402388 detik dan *node tiga* sebesar 0.173594 detik, pada jarak 30 m, *delay* pada *node satu* sebesar 3.72209detik, *node dua* sebesar 5.888983 detik dan *node tiga* sebesar 2.624853 detik, pada jarak 40 m, *delay* pada *node satu* sebesar 5.663479 detik, *node dua* sebesar 1.211943 detik dan *node tiga* sebesar 6.489576 detik, pada jarak 50 m, *delay* pada *node satu* sebesar 3.76003 detik, *node dua* sebesar 4.252622detik dan *node tiga* sebesar 4.446374detik, pada jarak 60 m, *delay* pada *node satu* sebesar 4.599909detik, *node dua* sebesar 4.809274detik dan *node tiga* sebesar 0 detik dikarenakan *STA node* tidak dapat terkoneksi dengan aplikasi pembacaan. Berdasarkan Tabel 2.4 indeks *delay* pada hasil percobaan termasuk dalam indeks satu dengan kategori degradasi jelek.

4.3.4 Pengukuran dan analisa *received signal strength indicator* (RSSI)

Pengukuran dan Analisa nilai dari *received signal strength indicator* (RSSI) dilakukan dengan mengirimkan sejumlah paket dengan sekian byte, dan untuk melihat kualitas jaringan di beberapa tempat berbeda dengan jarak antara *node* koordinator dan perangkat akhir (*end device*) yang bervariasi (Iswandi, 2017). pengukuran nilai dari *received signal strength indicator* (RSSI) dilakukan dengan menggunakan skenario jarak dengan selisih 10 meter. Hasil pengukuran ditunjukkan dengan Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengukuran *Received Signal Strength Indicator* (RSSI)

Jarak STA node & Lokasi Pembacaan Terhadap AP node (meter)	Nilai Rata-rata <i>received signal strength indicator</i> (RSSI) dengan AP node					
	node satu		node dua		node tiga	
	dBm	%	dBm	%	dBm	%
10	-72	55	-70	75	-76	65
20	-76	45	-70	75	-69	75
30	-84	12	-77	35	-74	45
40	-100	0	-82	15	-75	35
50	-88	10	-86	10	-86	2
60	-87	12	-86	14	-	-

Terlihat pada Tabel 4.9 terlihat bahwa *received signal strength indicator* (RSSI) pada jarak 10 meter, rata-rata sebesar 72.33 dBm atau 64.99 %, pada jarak 20 rata-rata *received signal strength indicator* (RSSI) terukur sebesar 71.66 dBm atau 64.99%, pada jarak 30 rata-rata *received signal strength indicator* (RSSI) terukur sebesar 78.33 dBm atau 30.66%, pada jarak 40 rata-rata *received signal strength indicator* (RSSI) terukur sebesar 85.66 dBm atau 16.66%, pada jarak 50 rata-rata *received signal strength indicator* (RSSI) terukur sebesar 86.66 dBm atau 7.33%, pada jarak 60 rata-rata *received signal strength indicator* (RSSI) terukur sebesar 86.5 dBm atau 23%,

4.4 Pengujian Aplikasi Antarmuka

Pengujian terhadap aplikasi antarmuka dilakukan untuk melihat kinerja dari aplikasi antarmuka dengan melihat aplikasi bekerja atau tidak dengan mengirimkan data baru ke data base.

4.4.1 Pengujian aplikasi antarmuka *website*

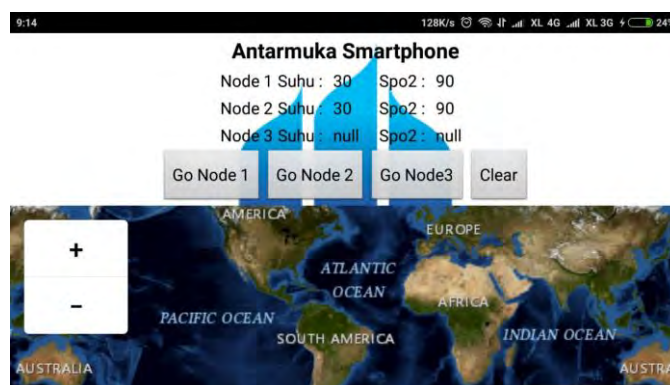
Pengujian aplikasi antarmuka *website* dilakukan dengan membuka channel dari Thingspeak sehingga dapat terlihat apakah ada data baru yang masuk. Masuknya data terbaru menunjukkan berfungsinya aplikasi antarmuka *website*. pada Gambar 4.3 terlihat aplikasi antarmuka *website* saat bekerja.



Gambar 4.3 Tampilan Thingspeak Saat Bekerja

4.4.2 Pengujian aplikasi antarmuka *smartphone*

Pengujian antarmuka aplikasi *smartphone* dilakukan dengan merubah data yang ada pada database sehingga data pada aplikasi *smartphone* diperbarui. Terjadinya pembaharuan data pada aplikasi *smartphone* merupakan bukti aplikasi antarmuka di *smartphone* bekerja. Pada gambar 4.4 terlihat kondisi saat aplikasi antarmuka *smartphone* bekerja.



Gambar 4.4 Tampilan Aplikasi Antarmuka *Smartphone* Saat Bekerja