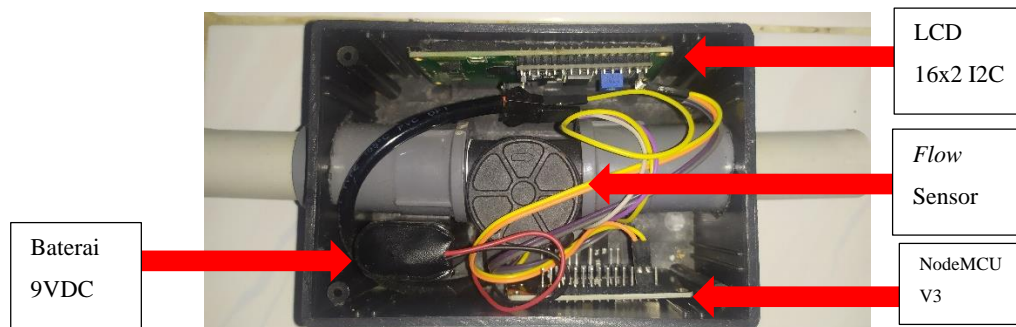


BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

4.1 Hasil Perancangan *Hardware*

Komponen utama *hardware* terdiri dari *flow* sensor, NodeMCU, LCD 16x2 I2C, kabel *jumper*, dan baterai 9V. *Hardware* dirancang didalam *case* dengan dimensi 12,5x8x5 cm. Hasil perancangan *hardware* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tampilan Dalam *Hardware*

Gambar 4.1 merupakan bagian dalam dari *case hardware water meter*. Bagian dalam dilengkapi dengan *sock drat* pipa yang terhubung dengan *flow* sensor. *Shock drat* diperlukan untuk menghindari kebocoran bagian dalam alat. Perlindungan diberikan agar saat sensor menerima air dengan tekanan yang besar air tidak akan keluar dari sambungan pipa dengan sensor.

4.2 Hasil Perancangan *Software*

Perancangan *software* terdiri dari pembuatan *database* dan *website*. *Database* terdiri dari 1 tabel yang bernama *dashboard* dan berisikan kolom *id*, *node_id*, *volume*, *cost*, dan *created_at*. Halaman pada *website* terdiri dari *dashboard*, *about us*, dan *contact*.

4.2.1 Hasil Perancangan *Database*

Perancangan *database* menggunakan *database management system* bernama phpMyAdmin dan hanya menggunakan 1 tabel. Berikut adalah tampilan dari *database* yang sudah dirancang. Hasil perancangan *database* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

id	node_id	volume	cost	created_at
1	1	0.0000	0.00	2022-01-04 22:14:03
2	2	0.0000	0.00	2022-01-04 22:14:07
3	3	0.0000	0.00	2022-01-04 22:14:11
4	4	0.0000	0.00	2022-01-04 22:14:16
5	5	0.0000	0.00	2022-01-04 22:14:20
6	1	0.0000	0.00	2022-01-04 22:19:43
7	2	0.0000	0.00	2022-01-04 22:19:47
8	3	0.0000	0.00	2022-01-04 22:19:52
9	4	0.0000	0.00	2022-01-04 22:19:57
10	5	0.0000	0.00	2022-01-04 22:20:00
11	1	0.0000	0.00	2022-01-05 22:27:47
12	2	0.0000	0.00	2022-01-05 22:12:31

Field
Tabel ←

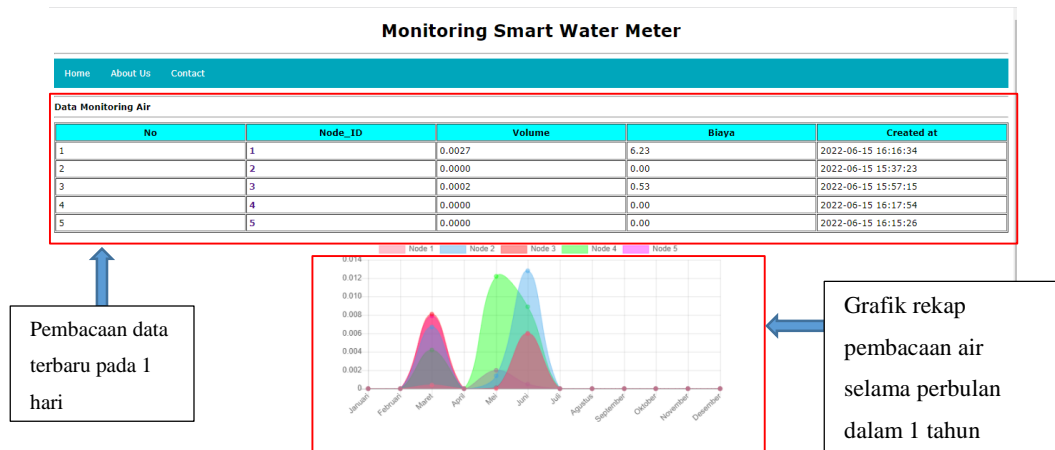
← Data
Pembacaan
Air

Gambar 4.2 Tampilan *Database* Sistem *Monitoring*

Gambar 4.2 merupakan tampilan dari *database* yang sudah dirancang. Tabel bernama *dashboard* dan berisikan beberapa kolom yaitu *id*, *node_id*, *volume*, *cost*, dan *created_at*. Kolom *id* berfungsi sebagai penomoran pada setiap data yang sudah masuk kedalam *database*. Kolom *node_id* berisikan identitas setiap *node* atau alat, terdapat 5 *node* yang sudah terhubung ke *database*. Kolom *volume* berfungsi untuk menjelaskan jumlah penggunaan air yang sudah terbaca oleh alat. Kolom *cost* berfungsi untuk menjelaskan jumlah biaya yang harus dibayar oleh pengguna air sesuai dengan jumlah penggunaan air yang sudah dipakai. Kolom *created_at* berfungsi sebagai *log* atau waktu data dikirim oleh alat dan diterima di *database*.

4.2.2 Tampilan Halaman *Dashboard Web*

Halaman awal atau *dashboard* pada *website* berguna sebagai tempat singgah pertama *user* pada *website* dan menjelaskan secara singkat isi dari *website* tersebut. Hasil perancangan halaman *dashboard* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

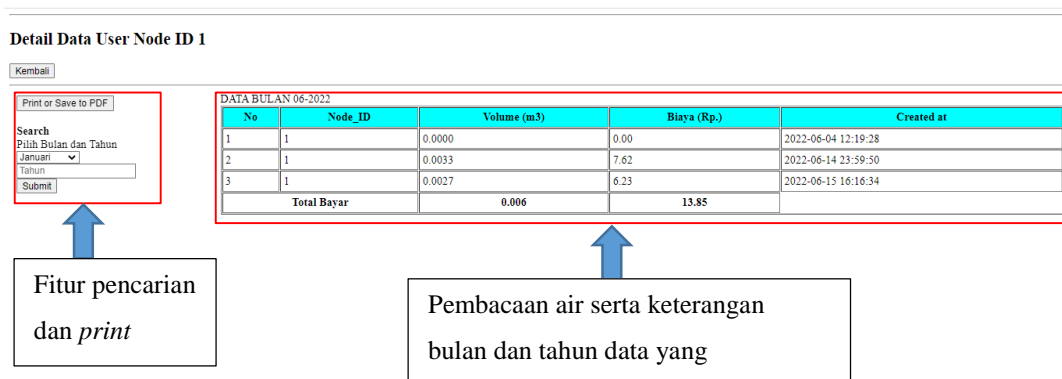


Gambar 4.3 Tampilan Halaman *Dashboard Web*

Gambar 4.3 merupakan tampilan halaman *dashboard website* yang sudah dirancang. *Dashboard* menampilkan informasi singkat tentang *monitoring* air. Terdapat tabel yang berisi data paling terbaru yang diterima *web*. Data tersebut kemudian diakumulasi setiap satu bulan dan diolah menjadi grafik. Grafik tersebut menampilkan penggunaan air setiap *node* tiap bulan selama satu tahun dengan indikasi warna berbeda tiap *node* nya.

4.2.3 Tampilan Halaman Detail

Halaman detail berfungsi untuk menampilkan riwayat penggunaan air tiap *node* secara rinci. Riwayat ditampilkan dalam bentuk tabel dengan jangka waktu 1 bulan. Hasil perancangan halaman detail *node* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan Halaman Detail *Node 1*

Gambar 4.4 merupakan halaman detail *node* yang berada pada *website*. Tabel pada halaman detail terbagi menjadi 5 kolom yaitu nomor, *node_id*, volume, biaya, dan *created at* atau keterangan waktu data diterima oleh *database*. Data yang diterima diakumulasi setiap hari selama 1 bulan sehingga total penggunaan air dan biaya yang akan dibayarkan dapat langsung dilihat tanpa perlu melakukan perhitungan. Terdapat beberapa fitur pada halaman detail yaitu cetak riwayat dalam bentuk pdf dan pencarian riwayat berdasarkan bulan dan tahun yang terpilih.

4.2.4 Tampilan Halaman *About Us*

Halaman *about us* difungsikan sebagai halaman yang menjelaskan *profile* pihak pengelola air. Halaman ini juga memberikan informasi lain yang bermanfaat yang dapat dibaca oleh *user* saat mengunjungi halaman *web*. Hasil perancangan halaman *about us* pada *website* dapat dilihat pada Gambar 4.5.

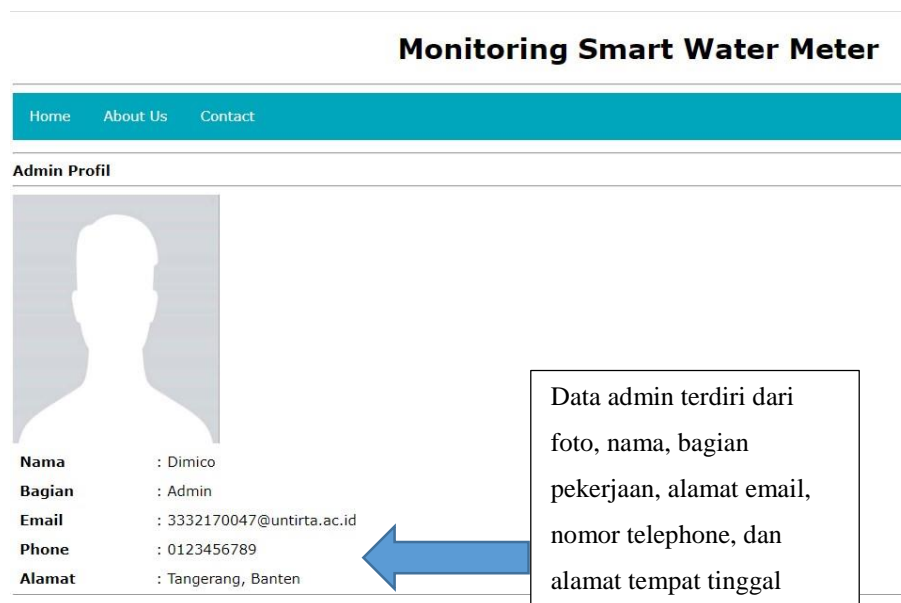


Gambar 4.5 Tampilan Halaman *About Us*

Gambar 4.5 merupakan tampilan dari halaman *about us* yang sudah dirancang. Halaman *about us* berfungsi untuk menjelaskan informasi tentang pihak pengelola air terkait. Halaman ini juga memuat informasi-informasi penting berkaitan dengan manfaat menghemat air, cara menghemat air, dan lain sebagainya.

4.2.5 Tampilan Halaman *Contact*

Halaman *contact* berisikan tentang informasi seputar profil dari admin atau pihak pengelola air terkait yang dapat dihubungi. Halaman ini terdiri dari nama *admin*, bagian pekerjaan, *email*, nomor telepon, dan alamat tempat pengelola air berada. Hasil perancangan halaman *contact* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tampilan Halaman *Contact*

Gambar 4.6 merupakan hasil perancangan halaman *contact*. Halaman ini memiliki *design* yang sederhana agar dapat dengan mudah dipahami oleh *user*. Informasi yang dapat digunakan oleh *user* untuk menghubungi *admin* dapat diakses dengan mudah jika terdapat gangguan atau membutuhkan bantuan lainnya.

4.3 Pengujian *Hardware*

Pengujian pada *hardware* meliputi pengujian kalibrasi *flow* sensor dan kalibrasi meteran analog. *Flow sensor* yang digunakan memiliki faktor kalibrasi sebesar 5,5. Faktor kalibrasi ini yang akan mempengaruhi tingkat akurasi dari pembacaan penggunaan air *water meter*. Hasil kalibrasi sensor dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi *Flow* Sensor

No	Volume air terukur (m ³)	Hasil Pengukuran <i>Flow</i> Sensor (m ³)						%Error
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	
1	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0
2	0,0010	0,0010	0,0010	0,0011	0,0010	0,0010	0,0010	1,67
3	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0
4	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0
5	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0
6	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0051	0,0050	0,0050	1,67%

Tabel 4.1 merupakan hasil dari kalibrasi *flow* sensor. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan metode *self-calibration*. Terdapat 2 tahap kalibrasi pada pengujian kali ini, yaitu kalibrasi *flow* sensor dengan takaran 500mL, 1L, 2L, 3L, 4L, dan 5L, dan kalibrasi meteran analog dengan takaran 500mL, 1L, 2L, 3L, 4L, dan 5L. Pengujian sebanyak 2 tahap ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran *flow* sensor dengan meteran analog. Persen error yang terbaca pada *flow* sensor untuk pengukuran volume 500mL menunjukkan hasil yang sama dengan volume air pada wadah takaran air sehingga diperoleh persen *error* sebanyak 0%. Pengukuran pada volume 1L dan 5L memiliki pembacaan *error* sebesar 1,67%. *Error* ini dapat disebabkan oleh jumlah volume air pada wadah air sebelum diukur *flow* sensor lebih dari yang akan diukur. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 bahwa rata-rata persentase *error* yang diperoleh *flow* sensor adalah 0,56%. Hasil dari kalibrasi meteran analog dapat dilihat pada Tabel 4.2.

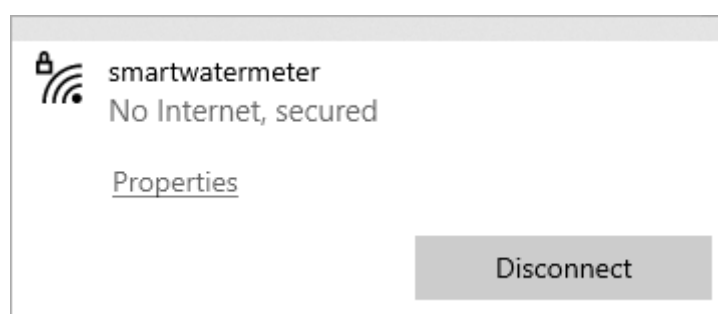
.Tabel 4.2 Hasil Kalibrasi Meteran Analog

No	Volume air terukur (m ³)	Hasil Pengukuran Meteran Konvensional (m ³)						%Error
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	
1	0,0005	0,0002	0,0002 5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	58,34
2	0,0010	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006	48,33
3	0,0020	0,0009	0,0010	0,0009	0,0008	0,0009	0,0010	54,15
4	0,0030	0,0016	0,0012	0,0013	0,0013	0,0011	0,0011	57,77
5	0,0040	0,0017	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	51,25
6	0,0050	0,0022	0,0024	0,0020	0,0023	0,0020	0,0022	56,34

Tabel 4.2 merupakan hasil kalibrasi yang diperoleh dari meteran analog. Persen *error* yang diperoleh dari hasil kalibrasi pada volume 500mL, 1L, 2L, 3L, 4L, dan 5L selalu melebihi 48%. Rata-rata *error* yang diperoleh dari hasil kalibrasi meteran analog adalah 54,36%. Hal ini disebabkan oleh kecepatan air saat proses pengujian dilakukan. Pada *flow* sensor, meskipun kecepatan air sangat lambat namun tetap dapat dideteksi oleh *flow* sensor. Kecepatan minimum yang dapat terbaca oleh *flow* sensor adalah 0,17 L/menit.

4.4 Pengujian *Software*

Pengujian pada *software* meliputi akurasi pengiriman data dari sensor menuju *website*, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat error pada saat pengiriman data dari *node* ke *website*. *Node* yang digunakan menjadi *access point* akan membuat koneksi yang dapat diakses dengan menggunakan jaringan Wifi. Koneksi ini dapat diatur menggunakan program sehingga dapat diberikan fitur pengamanan seperti sandi sehingga koneksi menjadi lebih aman untuk digunakan. Koneksi yang dihasilkan oleh *node access point* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Access Point Node AP

Gambar 4.7 merupakan *access point* yang digunakan dan terdapat pada *Node 1*. Jaringan tersebut kemudian dihubungkan dengan PC *server* dengan menyamakan IP *address*. *Access Point* ini yang akan menjadi penghubung *node AP* dengan *node* lainnya secara nirkabel sehingga pembacaan data dapat diteruskan dari *node* ke *website*. Pengujian pengiriman data untuk menguji kinerja dari jaringan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Pengiriman Data Ke *Website*

Data ke-	Data Pada Alat		Data Pada <i>Website</i>	
	Volume(m ³)	Biaya (Rp.)	Volume(m ³)	Biaya (Rp.)
1	0.0000	0.00	0.0000	0.00
2	0.0003	0.67	0.0003	0.67
3	0.0016	3.68	0.0016	3.68
4	0.0020	4.49	0.0020	4.49
5	0.0029	6.70	0.029	6.70

Tabel 4.3 merupakan hasil dari pengujian pengiriman data dari alat menuju *website* menggunakan jaringan yang sudah dirancang dengan menghubungkan *node client*

ke *node access point*. Data yang terbaca pada *flow* sensor dapat dilihat melalui indikator LCD atau dapat diakses melalui *website*. Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa dalam percobaan pengiriman data yang dilakukan ke *website* semua data yang terdapat pada *website* sesuai dengan data penggunaan air yang terbaca oleh *flow* sensor. Tidak terdapat kegagalan saat pengiriman data sehingga semua data dapat diterima oleh *server* dan dapat ditampilkan pada *website*. Kesimpulannya *website* bekerja dengan baik karena dapat menampilkan data yang berada pada alat yang berisikan id *node*, jumlah pemakaian air, dan total biaya yang harus dibayar.

4.5 Pengujian Jaringan

Topologi jaringan yang digunakan pada sistem *monitoring* ini adalah *mesh*. Pengujian pada bagian jaringan meliputi pengujian jarak dan pengujian jalur komunikasi topologi *mesh*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektifitas dari jaringan yang sudah dirancang dalam menjalankan proses *monitoring water meter*.

4.5.1 Pengujian Jarak Node

Pengujian dilakukan dengan memberikan jarak antar *node* sebesar 1, 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 meter. Gambar 4.8 merupakan contoh dari *node* yang terhubung dengan *node access point* atau *node 1*.

```
14:42:52.181 -> CONNECTION: closingTask(): dropping 0 now= 376015084
14:42:52.181 -> CONNECTION: eraseClosedConnections():
14:42:52.181 -> CONNECTION: ~MeshConnection():
14:42:52.181 -> Message received from 1298103367
14:42:52.181 -> Node: 2 Volume: 0.00103
14:42:52.181 -> Biaya: 2.38
```

Pesan dari node asal
terbaca jika node
terhubung

Gambar 4.8 Kondisi *Node* Terhubung

Gambar 4.8 adalah contoh kondisi saat sebuah *node* terhubung dengan *node* yang lainnya. Syarat *node* terhubung dengan *node* lain dapat dilihat pada serial monitor dengan keterangan pesan yang berada pada *node* asal telah diterima oleh *node* tujuan. *Node* pengirim pada Gambar 4.8 yaitu *node 2* telah mengirimkan pesan berupa volume penggunaan air dan biaya kepada *node* tujuan yaitu *node 1*. Penerapan kondisi tersebut pada pengujian jarak dilakukan dengan memberikan

jarak *node* 1 dengan *node* yang lainnya sehingga dapat diketahui jarak efektif alat untuk saling berkomunikasi. Pengujian jarak ini juga dilakukan tanpa *obstacle* dengan tujuan untuk mengetahui jarak maksimum pada jaringan lokal yang digunakan pada *node water meter*. Hasil pengujian jarak *node client* dengan *node access point* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Transmisi Data Antara *Node* Dengan *Access Point*

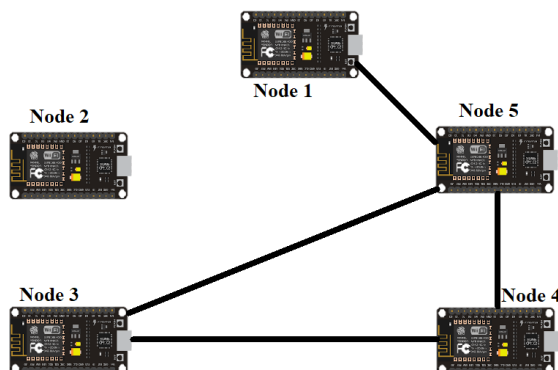
No.	Keterangan	Hasil Pengujian
1.	<i>Access point</i> menerima data dari <i>node client</i> jarak 1 meter	Ok
2.	<i>Access point</i> menerima data dari <i>node client</i> jarak 5 meter	Ok
3.	<i>Access point</i> menerima data dari <i>node client</i> jarak 10 meter	Ok
4.	<i>Access point</i> menerima data dari <i>node client</i> jarak 15 meter	Ok
5.	<i>Access point</i> menerima data dari <i>node client</i> jarak 20 meter	Ok
6.	<i>Access point</i> menerima data dari <i>node client</i> jarak 25 meter	Ok
7.	<i>Access point</i> menerima data dari <i>node client</i> jarak 30 meter	Ok

Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian jarak *node client* dengan *node access point* dengan 7 rentang jarak. Hasilnya adalah semua *node* terhubung dengan semua rentang jarak yang ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui batas jarak maksimum antar tiap *node* untuk masih dapat saling berkomunikasi. Jarak maksimum yang diperoleh dari pengujian ini adalah 30 meter. Batas maksimum ini diperoleh karena jaringan nirkabel yang digunakan berasal langsung dari *node* itu sendiri bukan menggunakan *router*, sehingga kekuatan sinyal terbatas pada kemampuan pemancar sinyal dan faktor lain seperti bangunan menjadi penghalang sinyal dan dapat mengurangi kekuatan sinyal.

4.5.2 Pengujian Topologi *Mesh*

Pengujian topologi dilakukan dengan menggunakan 5 buah *node*. Dalam pengujian ini diberikan beberapa kondisi, kondisi 1 yaitu *node 2* dinonaktifkan dan diberikan halangan sehingga *node 3* harus terhubung dengan *node 4* atau *node 5* untuk dapat diteruskan menuju *node 1*, dan kondisi 2 saat *node 5* dinonaktifkan dan

diberikan halangan sehingga *node 4* harus terhubung dengan *node 2* atau *node 3*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari topologi jaringan yang sudah dibangun sehingga dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi pengiriman data tiap *node* jika suatu saat salah satu *node* mengalami gangguan yang tidak diinginkan. Gambar 4.9 merupakan kondisi 1 pengujian topologi *mesh*.



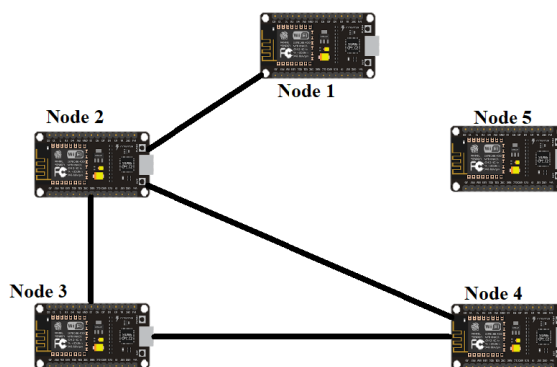
Gambar 4.9 Kondisi 1 *Node 2 Off*

Gambar 4.9 adalah bentuk koneksi *node* dengan *node* lainnya dengan menerapkan kondisi koneksi pada *node 2* dengan *node* yang lainnya dinonaktifkan dengan cara menonaktifkan *node 2*. Hasil yang diperoleh pada kondisi 1 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Mesh* Kondisi 1 *Node 2 Off*

<i>Node ID</i>	<i>Kondisi Node</i>
3	Ok
4	Ok
5	Ok

Tabel 4.5 merupakan hasil pengujian yang diperoleh dari Pengujian kondisi 1. Pada kondisi 1, *node 3* harus terhubung terlebih dahulu ke *node 4* atau *node 5* agar dapat berkomunikasi dengan *node 1*. Kondisi kedua adalah *node 5* dinonaktifkan. Sehingga *node 4* harus terhubung ke *node 2* atau *node 3* sebelum diteruskan menuju *node 1*. Gambar 4.10 merupakan kondisi 2 pengujian topologi *mesh*.

Gambar 4.10 Kondisi 2 *Node 5 Off*

Gambar 4.10 adalah bentuk topologi pengujian saat kondisi 2 diterapkan. *Node 5* dinonaktifkan sehingga pada Gambar 4.10 garis yang menghubungkan *node 5* dengan *node 1* dan *node 4* hilang. Hasil yang diperoleh pada saat pengujian kondisi 2 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

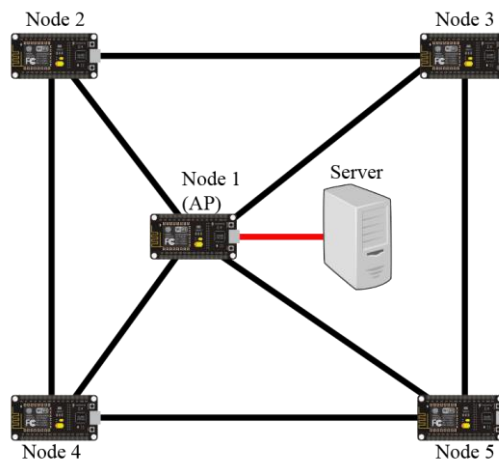
Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Mesh* Kondisi 2 *Node 5 Off*

<i>Node ID</i>	<i>Kondisi Node</i>
2	Ok
3	Ok
4	Ok

Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 merupakan hasil dari pengujian kondisi 1 dan kondisi 2. Dapat dilihat bahwa komunikasi antara *node* berjalan dengan baik., sedangkan pada kondisi 2 *node 4* harus terhubung ke *node 2* atau *node 3* agar dapat berkomunikasi dengan *node 1*. Kedua *node* tersebut tetap dapat berkomunikasi dengan *node 1* meskipun salah satu jalur komunikasinya diputus.

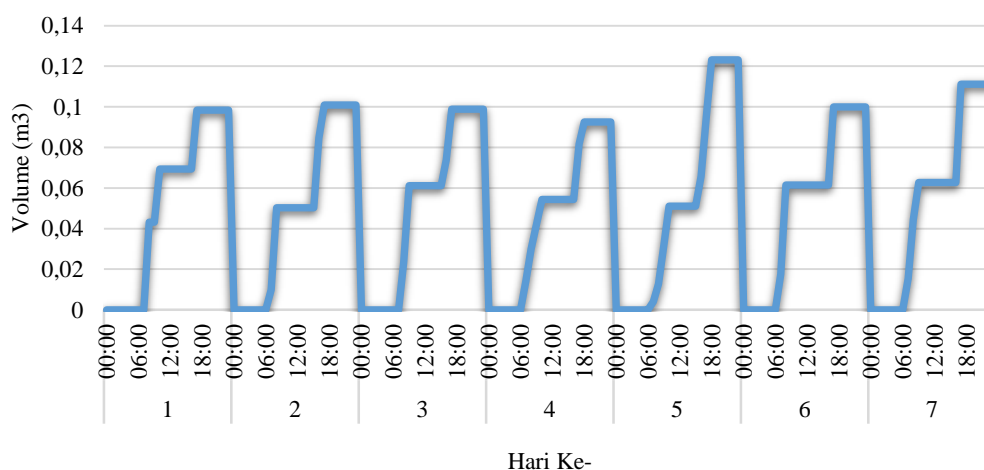
4.6 Pengujian Keseluruhan

Pengujian meliputi pengiriman data oleh *node* lain ke *node 1* atau *node AP*, pengiriman data yang diterima *node 1* ke *database*, dan pembacaan data yang berada didalam *database* oleh *website*. Sistem yang sudah dirancang akan melakukan perekaman data setiap harinya dan melakukan *reset* data jika sudah mencapai 24 jam atau 1 hari. Topologi pengujian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Topologi *Mesh* Pengujian Keseluruhan

Gambar 4.11 adalah bentuk dari jaringan pada proses pengujian keseluruhan dimana 4 *node client* saling terhubung satu sama lain dan juga terhubung dengan *node AP*, kemudian *node AP* terhubung pada *server*. Pengujian dilakukan dengan *node 1* berada pada titik pusat dari setiap *node* untuk memudahkan proses pengiriman data. Jarak *node* lain bervariasi dari 5 meter sampai dengan 12 meter. Grafik pembacaan penggunaan air selama 7 hari dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik *Monitoring* Penggunaan Air *Node 2*

Gambar 4.12 merupakan grafik penggunaan air pada *node 2* atau saluran keran air 1 selama 7 hari pemakaian. Lokasi penempatan tiap-tiap *node* berbeda-beda. *Node 1* sebagai AP terhubung langsung ke PC dengan tujuan melihat serial *monitor* pada IDE. *Node 2* berada pada bak mandi 1, *node 3* bak pada bak mandi 2,

node 4 pada keran pencuci piring, dan *node* 5 pada keran taman. Perolehan biaya dapat dilihat pada Persamaan (2.1) dan golongan R2.

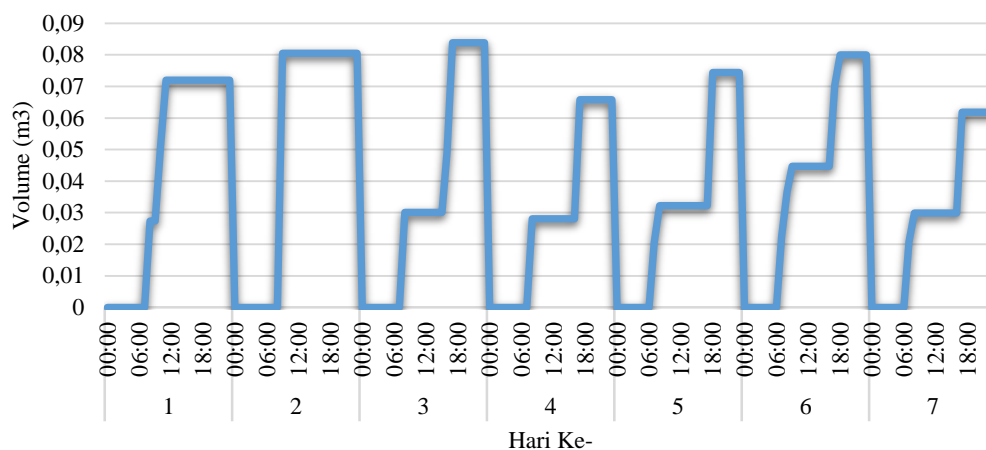
Pembacaan dilakukan mulai dari pukul 00:00 WIB s.d. 00:00 WIB keesokan harinya. *Node* 2 pembacaan baru berjalan ketika keran pada bak mandi 1 digunakan untuk mengisi air pada pukul 08:00 dengan volume terbaca yaitu $0,0432 \text{ m}^3$ dan dapat dilihat bahwa nilai tetap sampai pukul 09:00 karena keran hanya dibuka pada saat rentang waktu pukul 08:00 s.d. 08:59. Nilai pembacaan kemudian berubah kembali pada pukul 10:00 menjadi $0,0693 \text{ m}^3$. Nilai tersebut kemudian tetap sampai pukul 16.00 karena keran pada bak mandi 1 tidak dibuka pada periode waktu tersebut. Keran kembali dibuka pada pukul 17:00 dan air yang terukur menjadi $0,0984 \text{ m}^3$ dan tetap sampai pukul 23:59.

Hari kedua, total pembacaan air di *node* 2 pada hari ke 2 sebesar $0,1009 \text{ m}^3$. Waktu penggunaan air dimulai dari pukul 07:00 s.d. 09:00 dengan volume $0,0503 \text{ m}^3$, selanjutnya air tidak digunakan dan pembacaan tetap. Penggunaan air selanjutnya yang terbaca oleh sensor adalah pada pukul 16:00 s.d. 17:00 dimana volume air bertambah menjadi total pembacaan sebesar $0,1009 \text{ m}^3$. Hari ketiga *node* 2 yang digunakan untuk mengisi bak air 1 mulai membaca penggunaan air dari pukul 09:00 dengan penggunaan air sebesar $0,0612 \text{ m}^3$. Penggunaan air terus meningkat beberapa kali sampai akhirnya pada hari ke 3 penggunaan air pada *node* 2 mencapai $0,0988 \text{ m}^3$.

Hari keempat *node* 2 mulai membaca penggunaan air yang digunakan pada pukul 08:00 sebanyak $0,03 \text{ m}^3$ dan terus meningkat sampai pukul 10:00 menjadi $0,0544 \text{ m}^3$. Pukul 17:00 penggunaan air pada *node* 2 kembali meningkat menjadi $0,0817 \text{ m}^3$ sampai akhirnya penggunaan air yang terdeteksi oleh *node* 2 pada pukul 18:00 pada hari ke 4 sebanyak $0,0925 \text{ m}^3$ dan tetap sampai akhir hari ke 4. Hari kelima penggunaan air pada *node* 2 yang terbaca pada sensor dimulai pada pukul 07:00 s.d. 10:00 dengan volume terbaca sebesar $0,051 \text{ m}^3$. Nilai tetap sampai pada pukul 16:00 dimana sensor kembali mendeteksi penggunaan air. Volume total yang terbaca sampai pukul 23:00 pada hari kelima adalah $0,1232 \text{ m}^3$.

Penggunaan air yang digunakan pada hari keenam terbaca oleh sensor dimulai pada pukul 07:00 dengan jumlah air yang digunakan sebanyak $0,0176 \text{ m}^3$ dan meningkat sampai pukul 08:00 menjadi $0,0615 \text{ m}^3$. Siang hari bak mandi 1 tidak

digunakan karena pada pukul 09:00 s.d. 15:00 tidak ada perubahan dalam penggunaan air yang terbaca. Penggunaan kembali meningkat pada pukul 17:00 menjadi 1m^3 dan tetap sampai akhir hari ke 6. Hari ketujuh volume terbaca pada *node 2* adalah $0,1112\text{m}^3$. Penggunaan air pada *node 3* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik *Monitoring* Penggunaan Air *Node 3*

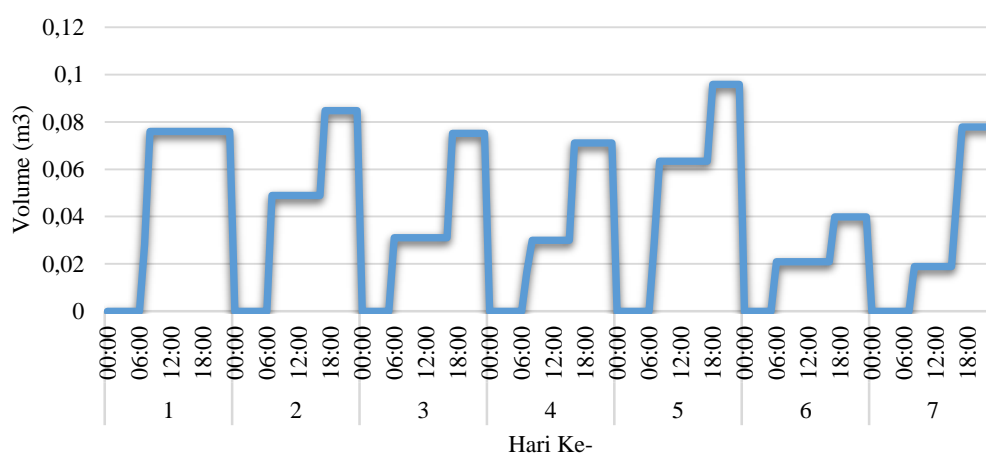
Gambar 4.13 merupakan grafik penggunaan air pada *node 3* atau saluran keran air 2. Pembacaan pada *node 3* hari pertama dimulai pada pukul 08:00 dengan volume terbaca yaitu $0,0274\text{m}^3$. Nilai tersebut tetap sampai pukul 09:00 karena pada bak mandi 2 air tidak diisi kembali. Air mulai diisi kembali pada pukul 10:00 menjadi $0,0511\text{m}^3$ dan pada 11:00 meningkat menjadi $0,0720\text{m}^3$. Rentang waktu berikutnya keran pada bak mandi 2 tidak dibuka lagi sehingga nilai pembacaan pada nilai yang sama.

Hari kedua penggunaan air pada *node 3* yang terbaca sensor pada pukul 09:00 dengan volume sebesar $0,0805\text{m}^3$. Nilai tersebut tidak berubah sampai pukul 23:00 karena pada bak mandi 2 air hanya diisi satu kali. Hari ketiga penggunaan air pada *node 3* yaitu sebesar $0,0838\text{m}^3$. Air mulai digunakan pagi hari dan terbaca oleh sensor pada pukul 08:00 dengan volume sebesar $0,0301\text{m}^3$. Nilai tersebut tetap karena air tidak digunakan sampai pada pukul 15:00. Volume kembali meningkat dimulai pada pukul 16:00 s.d. 17:00 sehingga volume terbaca menjadi $0,0838\text{m}^3$.

Hari keempat volume air yang terbaca adalah sebesar $0,0658\text{m}^3$. Data diterima pada pukul 08:00 sebesar $0,0281\text{m}^3$ dan bertambah pada pukul 17:00

menjadi $0,0658\text{m}^3$. Volume air pada hari kelima pada *node* 3 terbaca sebesar $0,0744\text{m}^3$. Data pertama kali masuk pada pukul 07:00 dengan volume penggunaan air sebesar $0,0205\text{m}^3$. Nilai tersebut kemudian bertambah menjadi $0,0322\text{m}^3$ pada pukul 08:00, dan kembali bertambah pada pukul 18:00 menjadi $0,0744\text{m}^3$.

Volume pembacaan air pada hari keenam sebesar $0,08\text{m}^3$ dan pada hari ketujuh sebesar $0,0618\text{m}^3$. Rata-rata waktu penggunaan air pada hari keenam dan ketujuh terjadi pada pukul 07:00 s.d. 08:00 dan 16:00 s.d. 18:00. Waktu ini merupakan saat dimana air digunakan untuk mengisi bak mandi 2. Penggunaan air pada *node* 4 dapat dilihat pada Gambar 4.14.



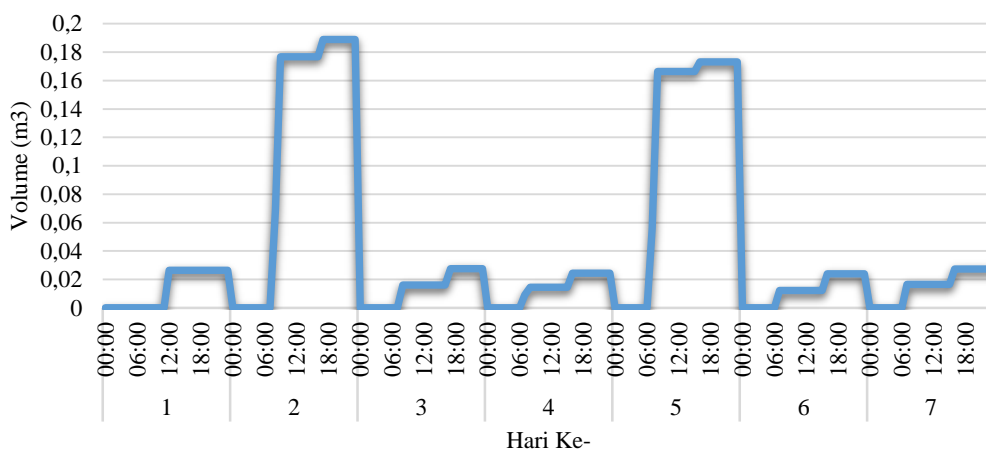
Gambar 4.14 Grafik *Monitoring* Penggunaan Air *Node* 4

Gambar 4.14 merupakan grafik penggunaan air pada *node* 4 atau saluran keran air 3. Volume air yang terbaca pada *node* 4 di hari pertama dimulai pada pukul 07:00, pada waktu tersebut keran pencuci piring sedang digunakan sehingga volume terukur yaitu $0,0281\text{m}^3$. Waktu yang dibutuhkan untuk mencuci piring adalah kurang lebih 1 jam dimulai dari 08:00 s.d. 09:00 dan dalam periode waktu tersebut total pembacaan yaitu $0,0760\text{m}^3$. Pembacaan tidak berubah karena pada hari itu cuci piring hanya dilakukan sekali.

Hari kedua penggunaan pada *node* 4 adalah $0,0847\text{m}^3$. Data masuk pertama pada pukul 07:00 sebesar $0,0489\text{m}^3$, kemudian data tidak berubah sampai pada pukul 17:00 nilai kembali berubah menjadi $0,0847\text{m}^3$. Pembacaan penggunaan air hari ketiga pada *node* 4 sudah mulai membaca penggunaan air sejak pukul 06:00. *Node* 4 yang digunakan untuk mencuci piring membaca penggunaan air sebanyak

0,031m³ dan bernilai tetap sampai pukul 16:00 sebelum akhirnya meningkat kembali pada pukul 17:00 menjadi 0,0752m³.

Hari keempat volume penggunaan air pada *node* 4 adalah 0,0711m³, hari kelima adalah 0,0959m³, hari keenam 0,0399m³, dan hari ketujuh 0,0778m³. Rata-rata waktu keran dibuka untuk mencuci piring pada *node* 4 adalah pagi hari pukul 07:00 dan sore hari pukul 17:00. Penggunaan paling tinggi untuk *node* 4 terjadi pada hari kelima dengan volume air 0,0959m³. Penggunaan air pada *node* 5 dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Grafik *Monitoring* Penggunaan Air *Node* 5

Gambar 4.15 merupakan grafik penggunaan air pada *node* 5 atau saluran keran air 4. Pembacaan pada *node* 5 dilakukan pada keran di taman. pembacaan dimulai pada pukul 12:00 untuk mengisi bak air yang berada pada di taman. Volume terbaca adalah 0,0265 m³. Nilai tersebut tidak bertambah karena pengisian bak pada taman hanya dilakukan pada pukul 12:00 s.d. 12:59. Penggunaan air pada *node* 5 di hari ke 2 mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena pada hari ke 2 *node* 5 selain digunakan untuk menyiram tanaman juga digunakan untuk mencuci baju. Kegiatan mencuci baju dimulai pada pukul 08:00 sampai pukul 09:00. Dapat dilihat pada grafik nilai penggunaan air pada pukul 08:00 hanya 0,0685m³ dan meningkat menjadi 0,1768m³ pada pukul 09:00.

Hari ketiga dan keempat *node* 5 tidak digunakan untuk mencuci piring dan hanya digunakan untuk menyiram tanaman sehingga penggunaan air tidak terlalu besar seperti hari sebelumnya. Volume yang terbaca pada hari ketiga untuk *node* 5

hanya $0,0275\text{m}^3$ dan $0,0245\text{m}^3$ pada hari keempat. Hari kelima *node 5* kembali digunakan untuk mencuci baju. Penggunaan air dimulai pada pukul 07:00 dengan penggunaan air sebanyak $0,0559\text{m}^3$. Penggunaan air terus berlanjut sampai pukul 08:00 sebanyak $0,1664\text{m}^3$. *Node 5* lalu digunakan untuk menyiram tanaman pada pukul 16:00 sehingga pada hari ke 5 total pembacaan air adalah $0,1732\text{m}^3$.

Hari keenam dan ketujuh penggunaan air pada *node 5* hanya $0,024\text{m}^3$ untuk hari keenam dan $0,0273\text{m}^3$ untuk hari ketujuh. Kedua hari tersebut *node 5* hanya digunakan untuk menyiram tanaman. Rata-rata waktu penggunaan air yang terbaca oleh *node 5* adalah pada pukul 07:00 dan 16:00. Volume tertinggi pada *node 5* yaitu $0,189\text{m}^3$ pada hari kedua.

Jumlah pembacaan penggunaan air dari hari ke 1 sampai hari ke 7 dapat dikumpulkan dalam 1 tabel. Biaya yang diperoleh merupakan hasil dari perhitungan jumlah air yang dipakai tiap *node* dikali dengan golongan rumah tangga seperti yang sudah dijelaskan pada Persamaan (2.1). Total pembacaan penggunaan air semua *node* selama satu minggu dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 *Monitoring* Pembacaan Air 1 Minggu

Hari Ke-	Node 2		Node 3		Node 4		Node 5	
	Volume (m^3)	Biaya (Rp)	Volume (m^3)	Biaya (Rp)	Volume (m^3)	Biaya (Rp)	Volume (m^3)	Biaya (Rp)
1	0,0984	226,36	0,0720	165,57	0,0760	174,71	0,0265	60,91
2	0,1009	232,14	0,0805	185,15	0,0847	194,81	0,1890	434,70
3	0,0988	227,28	0,0838	192,74	0,0752	173,20	0,0275	63,25
4	0,0952	218,96	0,0658	151,40	0,0711	163,53	0,0245	56,35
5	0,1232	283,36	0,0744	171,17	0,0959	220,66	0,1732	398,36
6	0,1000	230,07	0,0800	184,07	0,0399	91,78	0,0240	55,24
7	0,1112	255,76	0,0618	142,14	0,0788	179,01	0,0273	62,79
Total	0,7277	1673,93	0,5183	1192,24	0,5216	1197,7	0,492	1131,6

Tabel 4.7 adalah total penggunaan air selama 1 minggu beserta biaya yang sudah dihitung secara otomatis oleh sistem. Total volume keseluruhan penggunaan air adalah $2,2596\text{m}^3$ untuk keseluruhan *node* dengan biaya yang harus dibayarkan Rp. 5195,47. Biaya yang dibayarkan dapat berubah tergantung dari golongan dan harga yang ditetapkan oleh pihak PDAM, harga dapat lebih rendah atau lebih tinggi. *Node 2* merupakan *node* dengan penggunaan air terbanyak sebesar $0,7277\text{m}^3$. Hal ini disebabkan karena setiap hari penggunaan air pada bak 1 adalah yang paling sering digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci muka, dan lain-lain.

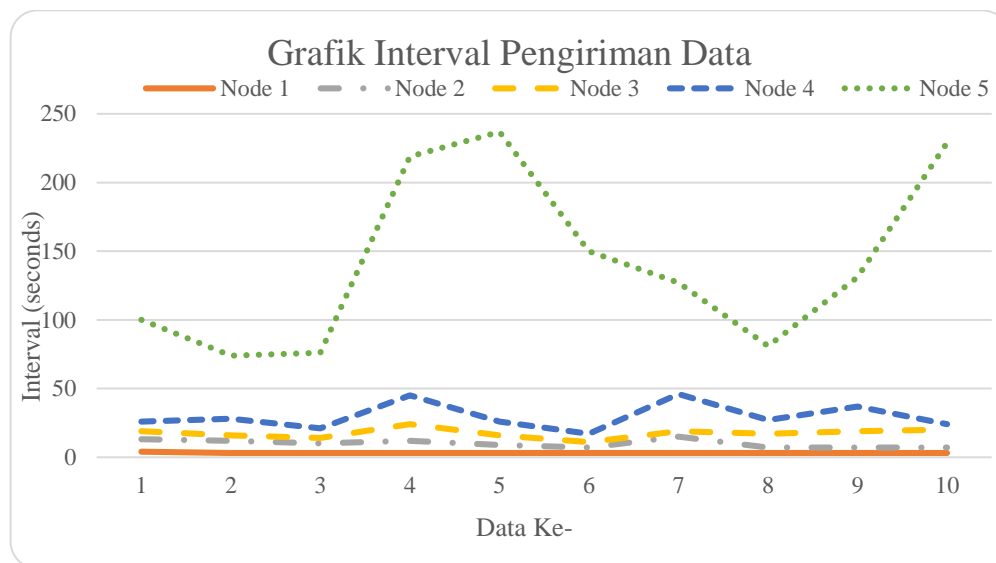
Pengiriman data tiap *node* memiliki interval waktu pengiriman yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan beberapa faktor diantaranya adalah jarak *node client* ke *node AP* dan *obstacle* pada jalur pengiriman data. Interval waktu pengiriman dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Interval Pengiriman Data *Node* Menuju *Database*

Node ID	Waktu			
	Running		Idle	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
1	3 detik	18 detik	3 detik	8 detik
2	4 detik	44 detik	7 detik	123 detik
3	4 detik	184 detik	3 detik	152 detik
4	4 detik	100 detik	3 detik	252 detik
5	6 detik	56 detik	46 detik	211 detik

Tabel 4.8 adalah *Interval delay* setiap *node* saat mengirimkan data menuju *server*. *Interval delay* bervariasi pada setiap *node* tergantung dari jarak dan halangan *node* terhadap *node AP*. Semakin jauh jarak *node client* dan semakin banyak halangannya maka *delay* akan semakin besar. Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa terdapat 2 kondisi yaitu kondisi saat alat bekerja membaca *flow* air atau *running*, dan kondisi saat alat tidak membaca *flow* air atau *idle*. Waktu terlama pada saat kondisi *running* yaitu pada *node 3* dan saat kondisi *idle* yaitu pada *node 4*. *Node 1* memiliki interval pengiriman data pada saat *running* tercepat yaitu 3 detik dengan *delay* terlamanya adalah 18 detik, sedangkan pada saat *idle* pengiriman data tercepat adalah 3 detik sedangkan *delay* 8 detik. *Node 2* memiliki interval pengiriman data pada saat *running* tercepat yaitu 4 detik dengan *delay* terlamanya adalah 44 detik, sedangkan pada saat *idle* pengiriman data tercepat adalah 7 detik sedangkan *delay* 123 detik. *Node 3* memiliki interval pengiriman data pada saat *running* tercepat yaitu 4 detik dengan *delay* terlamanya adalah 184 detik, sedangkan pada saat *idle* pengiriman data tercepat adalah 3 detik sedangkan *delay* 152 detik. *Node 4* memiliki interval pengiriman data pada saat *running* tercepat yaitu 4 detik dengan *delay* terlamanya adalah 100 detik, sedangkan pada saat *idle* pengiriman data tercepat adalah 3 detik sedangkan *delay* 252 detik. *Node 5* memiliki interval pengiriman data pada saat *running* tercepat yaitu 6 detik dengan *delay* terlamanya adalah 56 detik, sedangkan pada saat *idle* pengiriman data tercepat adalah 46 detik

sedangkan *delay* 211 detik. Berdasarkan 10 data terakhir pengiriman dapat dibentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik Interval Pengiriman Data

Gambar 4.16 adalah grafik interval pengiriman data tiap *node client* ke *node AP*. Grafik terdiri dari keterangan waktu pada bagian vertikal dan keterangan jumlah data yang diterima pada sumbu horizontal. Data yang terdapat pada grafik adalah *record* 10 data terakhir dari 5 *node* yang dikirim menuju *server*. Rentang waktu yang berbeda dalam pengiriman data antar *node* dapat disebabkan oleh jarak dan penghalang ke *server*. Faktor lain yang mempengaruhi adalah kualitas daya yang diperoleh dari baterai. Semakin lemah baterai maka performa keseluruhan alat pun menurun, sehingga dapat menyebabkan alat menjadi kurang responsif dan memberikan dampak peningkatan *delay* pada saat mengirim data dari *flow sensor* ke *database*.