

Sistem Monitoring dan Kendali Pembatasan Penggunaan Air Bersih pada Rumah Tangga Menggunakan Wireless Sensor Network (WSN)

M. Choirul Anam, Totok Winarno, Donny Radianto

Politeknik Negeri Malang

irul.anam4570@gmail.com

Abstract (English)

In fulfilling their water needs, people use the services of the PDAM company. Unfortunately, there are still many people who use water carelessly, even forgetting to turn off the tap, causing water to be wasted. And also ignorance when there is a leak in the pipe installation in the house can cause the amount of water usage to continue to increase without any restrictions. In the process of measuring and recording the amount of water usage of each customer, PDAM still sends officers to the customer's house. From the problems mentioned above, a system is needed that is able to monitor water usage and can limit water usage quotas and can be controlled and monitored using a Wireless Sensor Network (WSN) system. Limiting water usage uses a water usage quota, which is a limit on the amount of water volume used. From the test results of water user restriction measurements, the percentage error is 0.79% on slave 1 using k-factor 2.8 and 0.99% on slave 2 with k-factor 2.9. Wireless Sensor Network (WSN) testing using the ESP-NOW protocol for master-slave communication shows a maximum distance of up to 250 m. For remote monitoring using an Android application connected via the internet.

Article History

Submitted: 1 Mei 2024

Accepted: 9 Mei 2024

Published: 10 Mei 2024

Key Words

Wireless Sensor Network (WSN), ESP NOW, Water Usage Quota

Abstrak (Indonesia)

Dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat menggunakan jasa dari perusahaan PDAM. Sayangnya, masih banyak orang yang menggunakan air secara sembarangan, bahkan lupa mematikan keran sehingga menyebabkan air terbuang sia-sia. Dan juga ketidaktahuan pada saat terjadi kebocoran di instalasi pipa di dalam rumah dapat menyebabkan jumlah pemakaian air akan terus meningkat tanpa ada pembatasan. Dalam proses pengukuran dan pencatatan jumlah pemakaian air pada masing masing pelanggannya, PDAM masih mengirim petugas ke rumah pelanggan. Dari permasalahan tersebut di atas, diperlukan suatu sistem yang mampu memantau penggunaan air dan dapat melakukan pembatasan kuota penggunaan air serta bisa dikendalikan dan dimonitoring menggunakan sistem Wireless Sensor Network (WSN). Membatasi penggunaan air menggunakan kuota penggunaan air, yang merupakan batas banyaknya volume air yang digunakan. Dari hasil pengujian pengukuran pembatasan pengguna air didapatkan persentase error sebesar 0,79% pada slave 1 menggunakan k-faktor 2,8 dan 0,99% pada slave 2 dengan k-faktor 2,9. Pengujian Wireless Sensor Network (WSN) yang menggunakan protokol ESP-NOW untuk komunikasi master-slave menunjukkan jarak maksimal hingga 250 m. Untuk monitoring jarak jauh menggunakan aplikasi Android yang terhubung via internet.

Sejarah Artikel

Submitted: 1 Mei 2024

Accepted: 9 Mei 2024

Published: 10 Mei 2024

Kata Kunci

Wireless Sensor Network (WSN), ESP NOW, Kuota Penggunaan Air

Pendahuluan

Air sangat bermanfaat bagi kehidupan di Bumi dan memainkan peran penting dalam kelangsungan hidup makhluk hidup. Ada sekitar 2.5% volume air bersih di Bumi. (Romadhan dkk, 2020). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, secara wajar seseorang membutuhkan 60 liter air per hari untuk memenuhi semua kebutuhannya. Diproyeksikan bahwa kebutuhan akan air bersih akan terus meningkat dari tahun ke tahun (Sasongko dkk, 2014). Dalam

memenuhi kebutuhan air masyarakat menggunakan jasa dari perusahaan PDAM. Sayangnya, masih banyak orang yang menggunakan air secara sembarangan, bahkan lupa mematikan keran sehingga menyebabkan air terbuang sia-sia. (Hidayatullah, 2016). Dan juga ketidaktahuan terjadi kebocoran pada instalasi pipa di dalam rumah dapat menyebabkan jumlah pemakaian air akan terus meningkat tanpa ada pembatasan. Meteran Air yang digunakan PDAM masih bersifat konvensional sehingga tidak dapat untuk membatasi volume pemakaian dan sulit dibaca oleh pelanggan. Dalam proses pengecekan dan pencatatan jumlah pemakaian air pada masing masing pelanggannya, PDAM masih menggunakan cara konvensional yaitu mengirim petugas ke rumah pelanggan sebulan sekali pada periode penagihan. Hal tersebut sangat tidak efisien dan dapat menimbulkan masalah seperti kesalahan dalam proses pencatatan nilai meteran air.

Dari permasalahan tersebut di atas, diperlukan suatu sistem yang mampu memantau penggunaan air dan dapat melakukan pembatasan kuota penggunaan air serta bisa dikendalikan dan dimonitoring menggunakan sistem Wireless Sensor Network (WSN). Sistem ini akan menggunakan batas kuota penggunaan air untuk membatasi pemakaian air bersih. Pengguna harus mengajukan permintaan kuota pemakaian kepada admin untuk mendapatkan izin penggunaan air. Jika permintaan disetujui, pengguna dapat menggunakan kuota air hingga habis. Namun, jika permohonan ditolak, akses penggunaan air akan dibatasi. Pengguna

akan dapat memantau dan mengontrol penggunaan air mereka melalui aplikasi Android yang disediakan. Aplikasi ini akan memberikan informasi pemakaian air dan untuk menambah kuota pemakaian air bersih. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pengguna untuk lebih terkontrol dalam penggunaan air. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mengusulkan penelitian berjudul “Sistem Monitoring dan Kendali Pembatasan Penggunaan Air Bersih pada Rumah Tangga Menggunakan Wireless Sensor Network (WSN)”.

Metode Penelitian

Pada metodologi ini meliputi Perancangan mekanik, Perancangan elektrik, diagram blok, serta prinsip kerja alat. Pada bagian diagram blok akan dijelaskan input, proses dan output.

Perancangan Mekanik

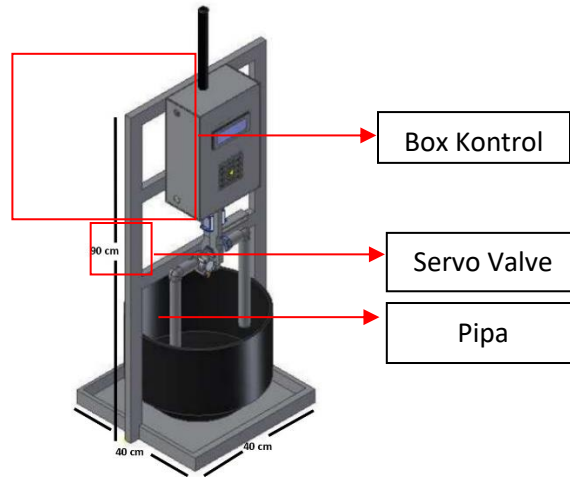
Pada Perancangan mekanik meliputi spesifikasi mekanik berupa Panjang, lebar, tinggi, dan juga bahan yang digunakan. Serta terdapat desain mekanik yang direalisasikan pada alat.

Spesifikasi Mekanik

Perancangan mekanik alat sebagai berikut:

- Spesifikasi Mekanik Box Kontrol
 1. Panjang : 40 cm
 2. Lebar : 40 cm
 3. Tinggi : 90 cm
 4. Bahan *base* : ABS
- Spesifikasi Pipa
 1. Diameter : 22mm
 2. Tebal : 1.2 mm
 3. Bahan : PVC

Berikut merupakan Perancangan mekanik alat setelah direalisasikan. Ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



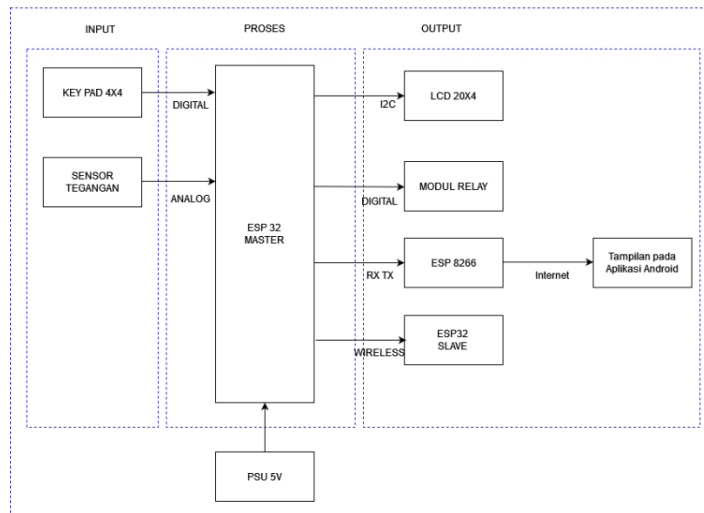
Gambar 1 Desain Mekanik

Perancangan Elektrik

Pada Perancangan elektrik akan dijelaskan mengenai spesifikasi elektrik pada alat dan diagram blok sistem.

Blok Diagram Sistem Master

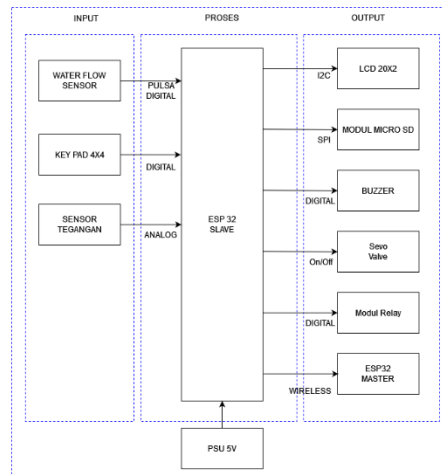
Dalam Perancangan pembuatan alat dibutuhkan diagram blok sistem untuk mengetahui dan memahami prinsip kerja sistem secara keseluruhan. Berikut adalah diagram blok sistem master:



Gambar 2 Blok Diagram Sistem Master

Blok Diagram Sistem Slave

Dalam Perancangan pembuatan alat dibutuhkan diagram blok sistem untuk mengetahui dan memahami prinsip kerja sistem secara keseluruhan. Berikut adalah diagram blok sistem slave:



Gambar 3 Diagram Blok Sistem Slave

Pada gambar blok diagram diatas terdiri dari 4 bagian input, poses, output dan power supply.

Perancangan Elektrik

Berdasarkan blok diagram sistem pada gambar , maka dapat dibuat Perancangan elektrik setiap blok sistem. Perancangan elektrik hardware tiap blok sistem meliputi Perancangan modul relay, Perancangan sensor tegangan, Perancangan sensor *water flow* , Perancangan buzzer , perancangan keypad dan Perancangan LCD. Berikut ini merupakan penjelasan lebih dalam mengenai Perancangan komponen-komponen tersebut :

Perancangan Aplikasi Android

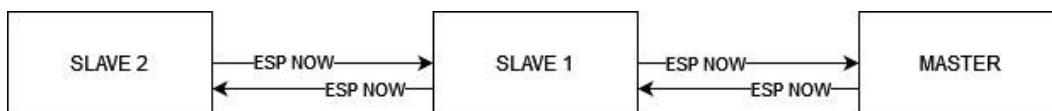
Pada Perancangan aplikasi android menjelaskan Perancangan tampilan, program dan fungsi komponen yang ada pada aplikasi.

Perancangan Software

Pada Perancangan software menjelaskan tentang *flowchart software* dan Perancangan program *software*.

Perancangan Jalur Komunikasi Master -Slave

Perancangan ini digunakan untuk menentukan jalur pertukaran data master-slave. berikut ialah diagram jalur komunikasi ESP NOW pada alat ini.



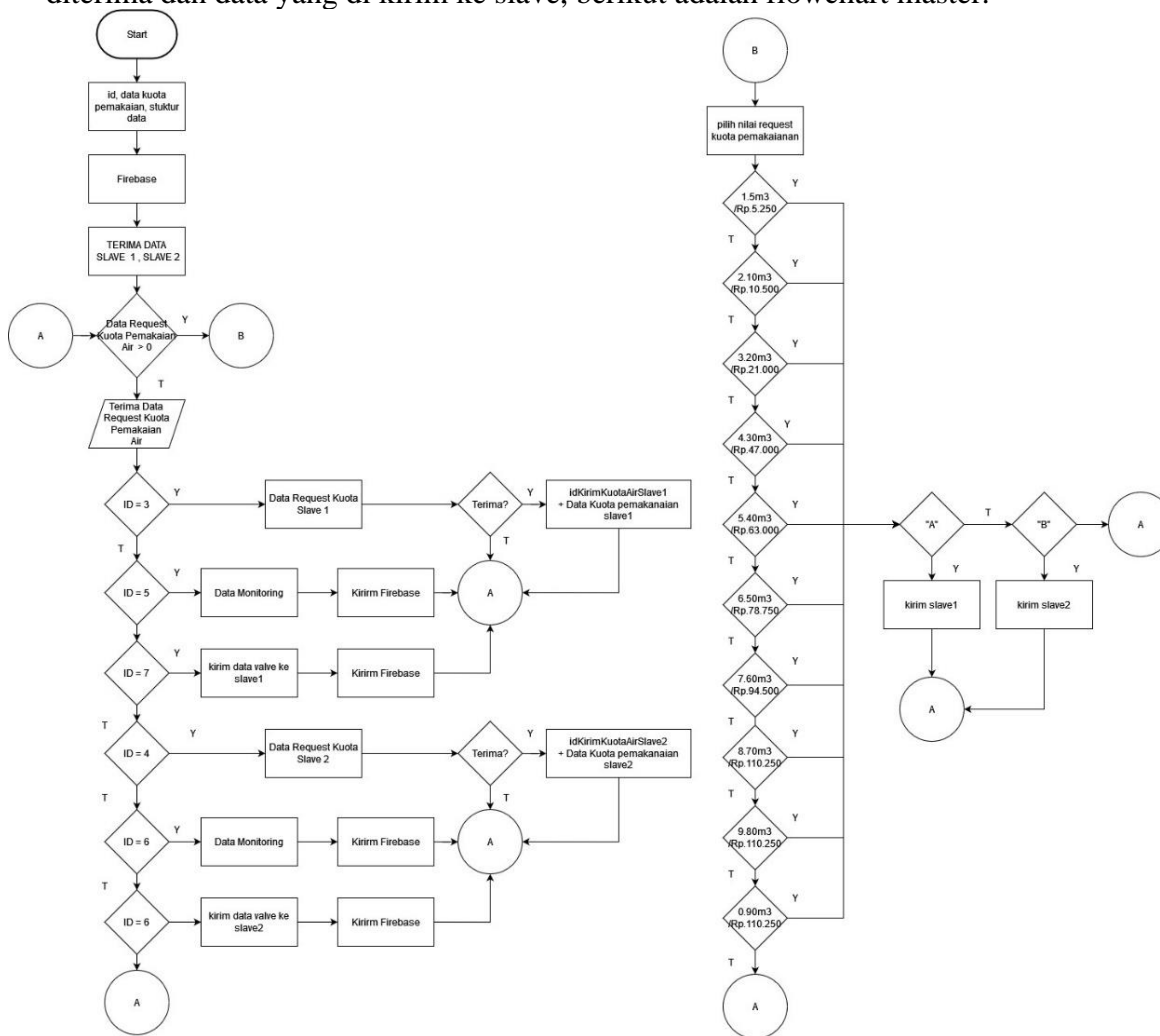
Gambar 4 Jalur Komunikasi Master – Slave

Untuk cara kerjanya, jika slave 2 mengirim data ke master atau menerima data dari master melalui slave 1 yang akan meneruskan data tersebut ke tujuan yang ditentukan. Untuk slave 1 dapat langsung berkomunikasi menerima data atau mengirim data ke master. Untuk dapat berkomunikasi slave 2 harus dalam jangkuan komunikasi slave 1 dan slave 2 sedangkan slave satu juga harus dalam jangkuan komukasi master dan slave 1. Fungsi dibuatnya urutan jalur komunikasi seperti

gambar di atas yaitu agar jangkauan komunikasi semakin jauh. Walau slave 2 sudah di luar jangkauan komunikasi master akan tetap dapat menerima atau mengirim data ke master akan karena komunikasinya melalui slave 1.

Flowchart Master

Flowchart master menjelaskan cara kerja dari software master dalam mengolah data yang diterima dan data yang di kirim ke slave, berikut adalah flowchart master.



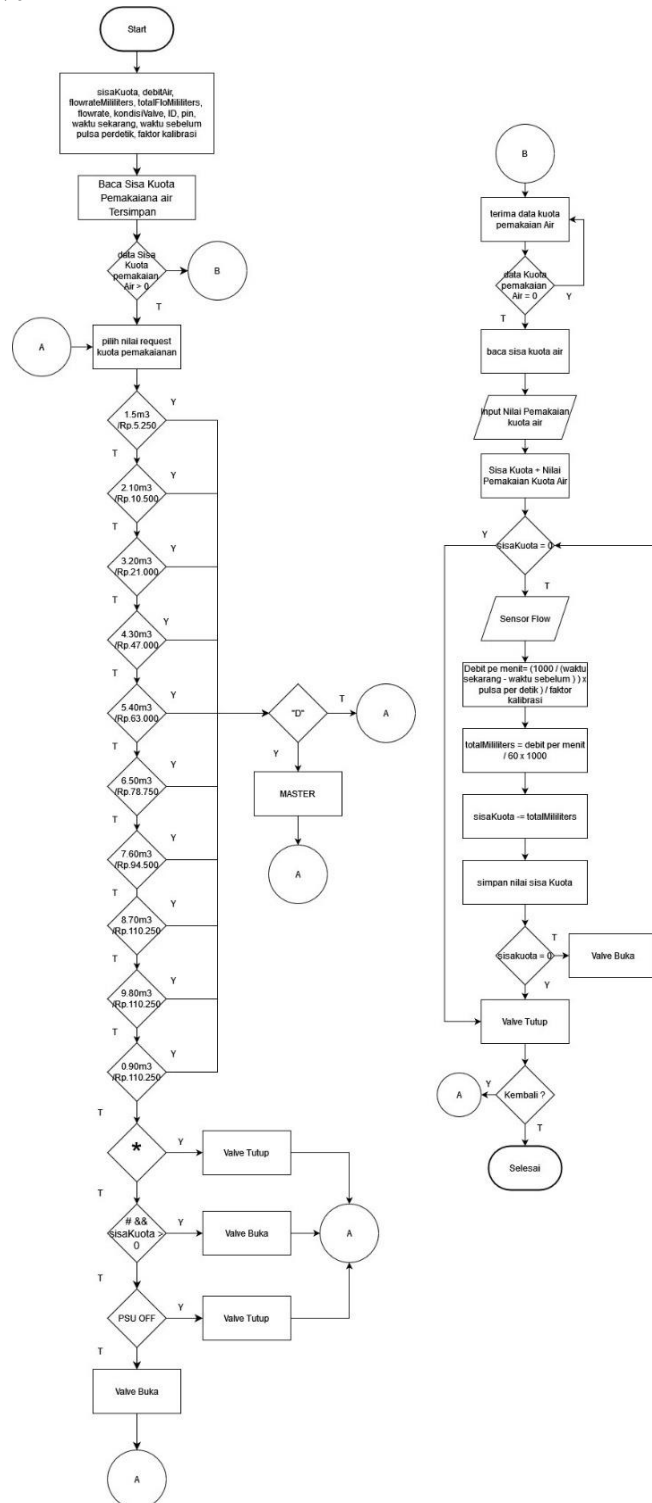
Gambar 5 Flowchart Software Master

Berikut adalah penjelasan dari flowchart software master :

Langkah pertama dilakukan pada sistem ini yaitu menginisialisai, kemudiann sistem mengambil data dari firebase, seperti data permintaan kuota pemakaian air dan menerima data dari slave, jika salah satu data permintaan kuota pemakaian air dari firebase atau data dari slave memiliki nilai lebih dari 0 maka akan di proses menentukan data apa yang di terima dengan mencocokkan ID, jika ID = 3 maka termasuk data permintaan kuota pemakaian air sehingga memerlukan persetujuan admin untuk mengirim data kuota pemakaian air kembali ke slave 1 untuk dapat di kgunakan oleh slave 1 untuk membatasi penggunaan air. Jika yang diterima ID =

5 maka data tersebut termasuk data monitoring yang akan di kirim ke firebase untuk dapat dikirim ke aplikasi android. Jika ID = 7 maka data termasuk data untuk perintah valve slave 1 kemudiann dikirim ke slave 1. Jika ID = 4 maka termasuk data permintaan kuota pemakaian air slave 2 sehingga membutuhkan persetujuan dari admin untuk mengirim data permintaan kuota pemakaian air kembali ke slave 2 untuk digunakan membatasi penggunaan air bersih. Jika ID = 6 maka data yang masuk termasuk data monitoring slave 2 yang kemudiann data tersebut akan dikirim ke firebase untuk di kirim ke aplikasi android. Jika ID = 8 maka data yang diterima master termasuk data perintah untuk valve slave 2 yang akan dikirim ke slave 2. Jika data request kuota pemakaian air = 0 maka master dapat mengirim data kuota pemakaian air dengan memilih sesuai kuota yang diinginkan dengan memilih 1.5m³ /Rp.5.250, 2.10m³ /Rp.10.500, 3.20m³ /Rp.21.000, 4.30m³ /Rp.47.000, 5.40m³ /Rp.63.000, 6.50m³ /Rp.78.750, 7.60m³ /Rp.94.500, 8.70m³ /Rp.110.250, 9.80m³ /Rp.110.250, 0.90m³ /Rp.110.250 untuk dikirim ke slave 1 atau 2, dengan memilih “A” untuk slave 1 dan “B” untuk slave 2.

Flowchat Software Slave



Gambar 6 Flowchart Software Slave
Penjelasan untuk flowchart software Slave sebagai berikut:

Proses pertama yaitu inisialisasi kemudiann baca sisa kuota pemakaian air jika lbwh dari 0 maka valve dapat dibuka secara langsung sisa kuota 0 maka masuk ke menu untuk pilih nilai permintaan kuota pemakaaian air, dari 1.5m³ /Rp.5.250, 2.10m³ /Rp.10.500, 3.20m³ /Rp.21.000, 4.30m³ /Rp.47.000, 5.40m³ /Rp.63.000, 6.50m³ /Rp.78.750, 7.60m³ /Rp.94.500, 8.70m³ /Rp.110.250, 9.80m³ /Rp.110.250, 0.90m³ /Rp.110.250 , setelah memilih kemudiann nilai yang dipilih akan di kirim ke master untuk di beri izin untuk memakai kuota pemakaian yang telah di permintaan tersebut. Setelah master mengirim data kuota pemakaian dan diterima oleh slave kemudiann valve dibuka maka sistem akan mengukur volume pemakaian air dan mengurangi nilai sisa kuota pemakaian air, nilai sisa kuota pemkaaian air akan disimpan secara real time bertujuan jika sumber utama daya off maka akan di supply oleh baterai di saat waktu jeda di supplay oleh baterai sistem akan menutup valve dan sistem akan berhenti melakukan pengukuran . Setelah sumber daya aktif maka valve akan terbuka dan sistem akan melakukan perhitungann kembali. Valve akan tertutup saat nilai sisa kuoata pemakaian air kurang dari sama dengan 0. Data sisa kuota pemakaian akan dikirim ke master secara real time.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Pengukuran Volume Air

Hasil Pengujian

Dengan mengatur k-faktor dan setpoint volume air maka hasil pengaujian ditunjukkan pada table dibawah. Nilai pengukuran volume air *water flow sensor* di bandingkan dengan alar ukur *digital water flow*.

1. Pengujian volume air pada slave 1

Pengujian pertama menggunakan k-faktor 2,7 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 1. Pengukuran Volume Air K-Faktor 2,7

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
2,7	1	1000	1086	1110	2,21
	2	2000	2059	2156	4,71
	3	3000	3016	3134	3,91
	4	4000	3953	4101	3,74
	5	5000	4890	5155	5,42
	6	6000	5774	6075	5,21
	7	7000	6747	7073	4,83
	8	8000	7704	8093	5,05
	9	9000	8531	9064	6,25
	10	10000	9496	10117	6,54
Rata – Rata Error (%)					4,79

Pengujian ke dua menggunakan k-faktor 2,8 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 2 Pengukuran Volume Air K-Faktor 2,8

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
2,8	1	1000	1078	1115	3,43
	2	2000	2100	2097	0,14
	3	3000	3175	3090	2,68
	4	4000	4160	4144	0,38
	5	5000	5109	5072	0,72
	6	6000	6058	6060	0,03
	7	7000	7003	7107	1,49
	8	8000	7947	8134	2,35
	9	9000	8929	9117	2,11
	10	10000	9853	10088	2,39
Rata – Rata Error (%)					0,79

Pengujian ke tiga menggunakan k-faktor 2,9 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 3 Pengukuran Volume Air K-Faktor 2,9

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
2,9	1	1000	1147	1071	6,63
	2	2000	2209	2130	3,58
	3	3000	3154	3073	2,57
	4	4000	4237	4095	3,35
	5	5000	5385	5136	4,62
	6	6000	6301	6080	3,51
	7	7000	7347	7090	3,50
	8	8000	8239	8076	1,98
	9	9000	9306	9068	2,56
	10	10000	10303	10083	2,14
Rata – Rata Error (%)					3,44

Pengujian ke empat menggunakan k-faktor 3 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 4 Pengukuran Volume Air K-Faktor 3

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
3	1	1000	1127	1125	0,18
	2	2000	2153	2078	3,48
	3	3000	3195	3057	4,32
	4	4000	4359	4132	5,21

	5	5000	5316	5090	4,25
	6	6000	6386	6115	4,24
	7	7000	7400	7070	4,46
	8	8000	8483	8133	4,13
	9	9000	9513	9137	3,95
	10	10000	10041	10082	-0,41
Rata – Rata Error (%)					3,38

Pengujian pertama menggunakan k-faktor 3,1 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 5 Pengukuran Volume Air K-Faktor 3,1

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
3,1	1	1000	1155	1096	5,11
	2	2000	2246	2120	5,61
	3	3000	3276	3091	5,65
	4	4000	4298	4077	5,14
	5	5000	5433	5105	6,04
	6	6000	6500	6079	6,48
	7	7000	7538	7143	5,24
	8	8000	8596	8151	5,18
	9	9000	9655	9080	5,96
	10	10000	10632	10096	5,04
Rata – Rata Error (%)					5,54

2. Pengujian pengukuran volume air slave 2

Pengujian pertama menggunakan k-faktor 2,7 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 6 Pengukuran Volume Air K-Faktor 2,7

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
2,7	1	1000	977	1123	14,94
	2	2000	1861	2094	12,52
	3	3000	2826	3183	12,63
	4	4000	3750	4166	11,09
	5	5000	4590	5052	10,07
	6	6000	5474	6123	11,86
	7	7000	6313	7446	17,95
	8	8000	7286	8112	11,34
	9	9000	8179	9095	11,20

	10	10000	9030	10062	11,43
Rata – Rata Error (%)					12,50

Pengujian ke dua menggunakan k-faktor 2,8 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 7 Pengukuran Volume Air K-Faktor 2,8

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
2.8	1	1000	1025	1077	5,07
	2	2000	1901	2064	8,57
	3	3000	2935	3037	3,48
	4	4000	3969	4099	3,28
	5	5000	4882	5137	5,22
	6	6000	5912	6141	3,87
	7	7000	6840	7136	4,33
	8	8000	7737	8077	4,39
	9	9000	8653	9078	4,91
	10	10000	9533	10092	5,86
Rata – Rata Error (%)					4,90

Pengujian ke tiga menggunakan k-faktor 2,9 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 8 Pengukuran Volume Air K-Faktor 2,9

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
2.9	1	1000	1119	1128	0,80
	2	2000	2041	2055	0,69
	3	3000	3069	3090	0,68
	4	4000	4136	4088	1,16
	5	5000	5072	5081	0,18
	6	6000	6029	6035	0,10
	7	7000	6917	7075	2,28
	8	8000	7907	8047	1,77
	9	9000	8953	9091	1,54
	10	10000	9764	10063	3,06
Rata – Rata Error (%)					0,99

Pengujian pertama menggunakan k-faktor 3 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 9 Pengukuran Volume Air K-Faktor 3

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
3	1	1000	1119	1108	0,98
	2	2000	2051	2053	0,10
	3	3000	3215	3109	3,30
	4	4000	4132	4102	0,73
	5	5000	5158	5075	1,61
	6	6000	6187	6051	2,20
	7	7000	7201	7118	1,15
	8	8000	8110	8071	0,48
	9	9000	9095	9065	0,33
	10	10000	10145	10078	0,66
Rata – Rata Error (%)					1,13

Pengujian pertama menggunakan k-faktor 3,1 untuk pembagi didalam program pembacaan *water sensor flow* pada ESP 32. Hasil pengukurannya sebagian berikut:

Tabel 10 Pengukuran Volume Air K-Faktor 3.1

K-Faktor	No	Set Point (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error(%) Alat ukur - Sensor
3,1	1	1000	1119	1108	5,11
	2	2000	2051	2053	5,61
	3	3000	3215	3109	5,65
	4	4000	4132	4102	5,14
	5	5000	5158	5075	6,04
	6	6000	6187	6051	6,48
	7	7000	7201	7118	5,24
	8	8000	8110	8071	5,18
	9	9000	9095	9065	5,96
	10	10000	10145	10078	5,04
Rata – Rata Error (%)					3,86

Analisa Pengujian

Pengujian volume air dilakukan pada slave 1 dan slave 2 dengan di bandingkan pembacaan *water flow sensor* dengan *digital flow meter* . Dari data hasil yang pengukuran yang di lakukan dapat di analisa sebagai berikut:

1. Pada 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 menunjukan hasil data pengujian pengukuran volume air pada slave 1 menggunakan *water flow sensor* . Pada proses pengukuran volume air k-faktor sangat mempengaruhi tingkat keakurasian nilai pengukuran volume air menggunakan *water flow sensor* yang ditunjukkan dengan nilai rata – rata persentase berbeda beda . Nilai k-faktor yang memiliki nilai rata – rata

persentase error terkecil yaitu 2,8 dengan nilai rata – rata persentase error 0,79% yang ditunjukkan pada Tabel Tabel 2.

2. Pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9, dan Tabel 10. menunjukkan hasil pengujian volume air pada salve 2 menggunakan *water flow sensor*. Pada proses pengukuran volume air k-faktor sangat mempengaruhi tingkat keakurasian nilai pengukuran volume air menggunakan *water flow sensor* yang ditunjukkan dengan nilai rata – rata persentase error yang berbeda beda . Nilai k-faktor yang memiliki nilai rata – rata persentase error terkecil yaitu 2,9 dengan nilai rata – rata persentase error -0,99% yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Pengujian Jarak Komunikasi Wireless Sensor Network

Hasil Pengujian

1. Pengujian Pengiriman Master → Slave 1

Pengujian ini mengirim data dari master ke slave 1, untuk hasil pencocokan data yang dikirim dan diterima sebagai berikut:

Tabel 11 Pengujian Komunikasi Master → Slave 1

No	Jarak (m)	Jumlah Data Dikirim	Jumlah Data Diterima	Persentase Penerimaan (%)
1	25	10	10	100
2	50	10	10	100
3	75	10	10	100
4	100	10	10	100
5	125	10	10	100
6	150	10	10	100
7	175	10	10	100
8	200	10	10	100
9	225	10	10	100
10	250	10	6	60
11	275	10	1	10

2. Pengujian Pengiriman Master → Slave 1 → Slave 2

Pengujian ini mengirim data dari master ke slave 1 kemudian ke slave 2 berbeda dengan pengujian sebelumnya yang hanya master master ke slave 1 saja. Untuk hasil pencocokan data yang dikirim dan diterima sebagai berikut:

Tabel 12 Pengujian Komunikasi Master - Slave 1 - Slave 2

No	Jarak (m)	Jumlah Data Dikirim	Data Diterima	Persentase Penerimaan Data (%)
1	25	10	10	100
2	50	10	10	100
3	75	10	10	100
4	100	10	10	100
5	125	10	10	100
6	150	10	9	90
7	175	10	9	90
8	200	10	9	90
9	225	10	9	90
10	250	10	9	90
11	275	10	0	0

Analisa Pengujian

Dari data hasil pengujian jarak komunikasi yang telah didapatkan dapat dianalisa sebagai berikut:

1. Pada data hasil yang telah didapatkan membuktikan bahwa master dapat mengirim data ke slave 1 yang ditunjukkan pada Tabel 11 dan master dapat mengirim ke slave 1 kemudian dikirim ke slave 2 yang ditunjukkan pada Tabel 18. Pada proses pengiriman data dan penerimaan data jarak komunikasi mempengaruhi banyaknya data yang di terima seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11 pada jarak 25 m sampai 225 m nilai persentase penerimaan data sebesar 100% sedangkan pada jarak 250 m turun menjadi 60% lalu turun pada jarak 275 m dengan nilai hanya 10% dan Tabel 4.12 pada jarak 25 m sampai 125 m nilai persentase penerimaan data 100% lalu pada jarak 150 m sampai 250 m turun menjadi 90% sedangkan pada jarak 275 m nilai persentase penerimaan data menjadi 0% .
2. Protocol ESP NOW yang digunakan untuk komunikasi antara master dan slave memiliki jangkauan maximal 250 m ini ini tunjukan pada Tabel 11 data yang di terima pada jarak 275 sebanyak 1 data dan sedangkan Tabel 12 yang diterima sebanyak 0 data.

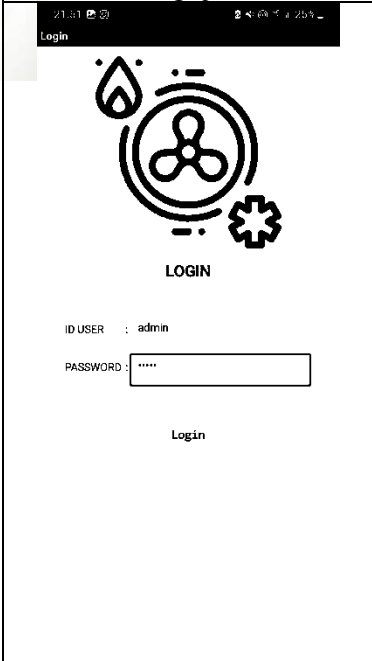
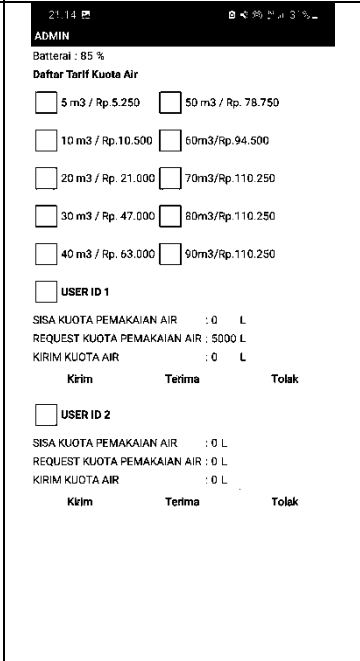
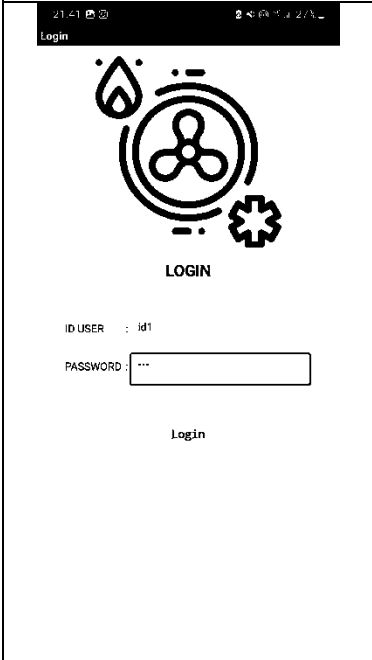
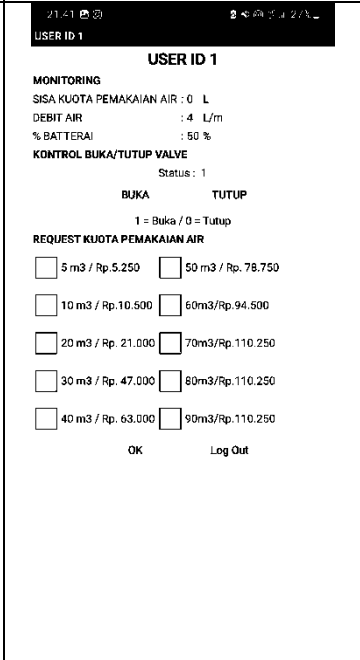
Pengujian Aplikasi Android

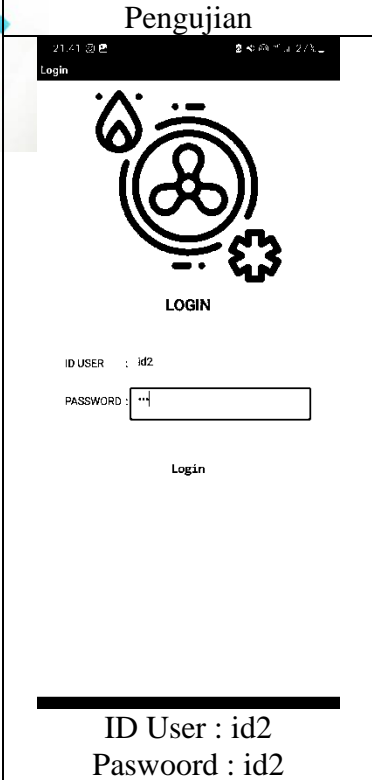
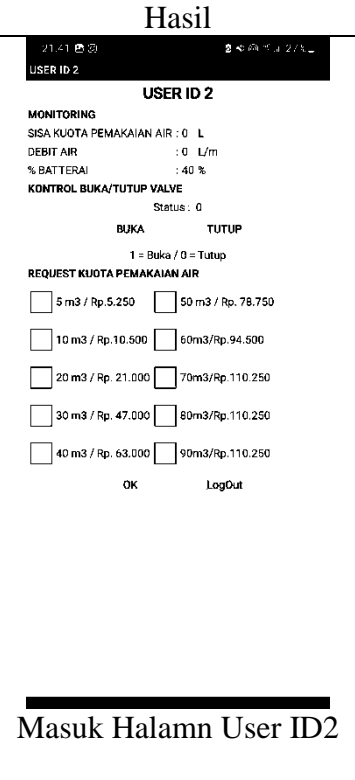
Hasil Pengujian

1. Pengujian Halaman Login

Pada pengujian halaman login memasukan ID user dan password, kemudiann akan masuk ke halaman yang sesuai. Untuk hasil pengujian sebagai berikut:

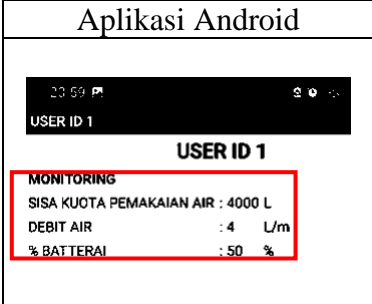
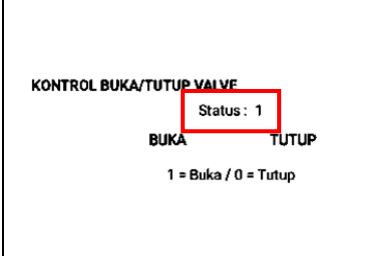
Tabel 13 Pengujian Aplikasi Halaman Login

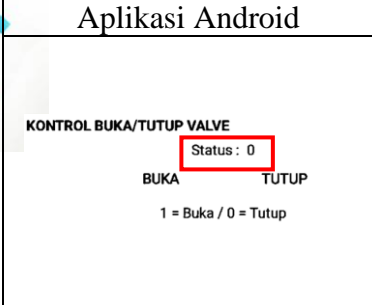

Pengujian	Hasil	Keterangan
 <p>ID User : admin Pasword : admin</p>	 <p>Masuk Halaman Admin</p>	<p>Sesuai</p>
 <p>ID User : id1 Pasword : id1</p>	 <p>Masuk Halamn User ID1</p>	<p>Sesuai</p>

Pengujian	Hasil	Keterangan
 <p>ID User : id2 Paswoord : id2</p>	 <p>Masuk Halamn User ID2</p>	Sesuai

2. Pengujian Halaman User
Pengujian halaman user, menguji fitur yang ada di halaman user, hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 14 Pengujian Aplikasi Android Halaman User

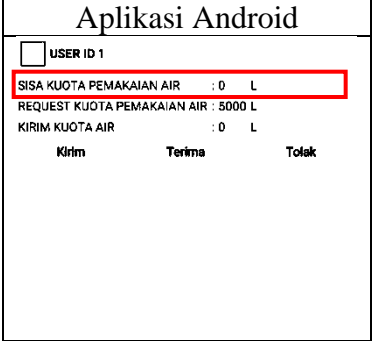
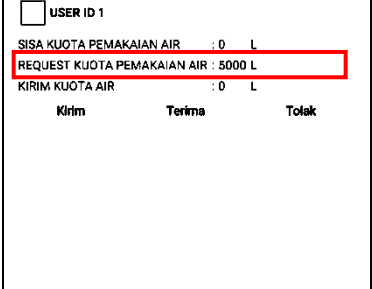
Aplikasi Android	Firestore	Keterangan
 <p>MONITORING SISA KUOTA PEMAKAIAN AIR : 4000 L DEBIT AIR : 4 L/m % BATERAI : 50 %</p>	<pre>id1 Mvalve: 1 baterai: 50 debitAir: 4 pengisianKuotaAir: 0 pengisianKuotaAirMobile: "5000" sisakuotaPemakaianAir: 4000 valve: "1"</pre>	Sesuai
 <p>KONTROL BUKA/TUTUP VALVE Status: 1 BUKA TUTUP 1 = Buka / 0 = Tutup</p>	<pre>id1 Mvalve: 1 baterai: 50 debitAir: 4 pengisianKuotaAir: 0 pengisianKuotaAirMobile: "5000" sisakuotaPemakaianAir: 4000 valve: "1"</pre>	Sesuai

Aplikasi Android	Firestore	Keterangan
	<pre>id1 Mvalve: 1 baterai: 50 debitA1r: 4 pengisianKuotaAir: 0 pengisianKuotaAirMobile: "5000" sisaKuotaPemakaianA1r: 4000 valve: "0"</pre>	Sesuai
	<pre>id1 Mvalve: 1 baterai: 50 debitA1r: 4 pengisianKuotaAir: 0 pengisianKuotaAirMobile: "5000" sisaKuotaPemakaianA1r: 4000 valve: "0"</pre>	Sesuai

3. Pengujian Halaman Admin

Pada pengujian halaman admin, menguji fitur yang ada pada halaman admin untuk hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 15 Pengujian Aplikasi Android Halaman Admin

Aplikasi Android	Firestore	Keterangan
	<pre>id1 Mvalve: 1 baterai: 50 debitA1r: 4 pengisianKuotaAir: 0 pengisianKuotaAirMobile: "5000" sisaKuotaPemakaianA1r: 0 valve: "0"</pre>	Sesuai
	<pre>id1 Mvalve: 1 baterai: 50 debitA1r: 4 pengisianKuotaAir: 0 pengisianKuotaAirMobile: "5000" sisaKuotaPemakaianA1r: 0 valve: "0"</pre>	Sesuai

Aplikasi Android	Firestore	Keterangan
<input type="checkbox"/> USER ID 1 SISA KUOTA PEMAKAIAN AIR : 5000 L REQUEST KUOTA PEMAKAIAN AIR : 0 L KIRIM KUOTA AIR : 0 L Kirim Terima Tolak	<pre> id1 Mvalue: 1 baterai: 50 debitAir: 4 pengisianKuotaAir: "0" pengisianKuotaAirMobile: "0" sisaKuotaPemakaianAir: 5000 valve: "0" </pre>	Sesuai
<input checked="" type="checkbox"/> USER ID 1 SISA KUOTA PEMAKAIAN AIR : 0 L REQUEST KUOTA PEMAKAIAN AIR : 0 L KIRIM KUOTA AIR : 5000 L Kirim Terima Tolak	<pre> id1 Mvalue: 1 baterai: 50 debitAir: 4 pengisianKuotaAir: "5000" pengisianKuotaAirMobile: "0" sisaKuotaPemakaianAir: 0 valve: "0" </pre>	Sesuai

Analisa Pengujian

Dari data hasil pengujian aplikasi yang telah didapatkan sehingga dapat dianalisa bahwa:

1. Pada pengujian aplikasi halaman login didapatkan bahwa aplikasi dapat mendeteksi user ID dan password yang sesuai dan membuka halaman yang sesuai dengan user ID dan password yang di inputkan.
2. Pada pengujian aplikasi halaman user semua fitur yang dicoba dapat berkerja dengan baik dan data pada aplikasi android dengan data yang berda di firestore sesuai.
3. Pada pengujian aplikasi android halamn admin, semua fitur telah di uji dan dapat berkerja dengan baik. Data yang berada pada aplikasi sesuia dengan data yang berada pada firestore.

Pengujian Keseluruhan

Hasil Pengujian

1. Hasil Pengujian Pembatasan Penggunaan Air

Untuk membatasi penggunaan air menggunakan kuota penggunaan air. Pada pengujian ini nilai set point kuota penggunaan air akan dibandingkan hasil pengukuran alat ukur dan hasil pengukuran sensor, berikut data hasil yang didapatkan:

Tabel 16 Hasil Pengujian Pembatasan Penggunaan Air Slave 1

K-faktor	No	Set Point Kuota Peggungan Air (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error% (Alat ukur – Sensor)
2,8	1	1000	1046	1046	0

	2	2000	2043	2033	0,49
	3	3000	3073	3088	0,49
	4	4000	4079	4063	0,39
	5	5000	5060	5033	0,53
	6	6000	6029	6034	0,08
	7	7000	7116	7096	0,28
	8	8000	7939	8028	1,12
	9	9000	8900	9015	1,29
	10	10000	9959	10033	0,74
	Rata-Rata Error (%)				

Tabel 17 Hasil Pengujian Pembatasan Penggunaan Air Slave 2

K-Faktor	No	Set Point Kuota Penggunaan Air (ml)	Alat Ukur (ml)	Sensor (ml)	Error% (Alat ukur – Sensor)
2,9	1	1000	1098	1042	5,10
	2	2000	2149	2123	1,21
	3	3000	3037	3067	0,99
	4	4000	4168	4070	2,35
	5	5000	5097	5090	0,14
	6	6000	6046	6063	0,28
	7	7000	7031	7042	0,16
	8	8000	8233	8054	2,17
	9	9000	9075	9014	0,67
	10	10000	10052	10006	0,46
Rata – Rata Error (%)					1,07

2. Hasil Pengujian Komunikasi *Wireless Sensor Network*

Pada pengujian ini slave akan mengirim data permintaan kuota pemakaian yang kemudiann diterima master dan kemudiann di kirim kembali oleh master ke slave yang mengirim data, berikut hasil data yang didapatkan:

Tabel 18 Pengujian Permintaan Data Kuota Pemakaian Air Slave 1 ke Master

No	Slave 1	Master	Keterangan
	Data Kirim (ml)	Data Terima (ml)	
1	1000	1000	Sesuai
2	2000	2000	Sesuai
3	3000	3000	Sesuai
4	4000	4000	Sesuai

5	5000	5000	Sesuai
6	6000	6000	Sesuai
7	7000	7000	Sesuai
8	8000	8000	Sesuai
9	9000	9000	Sesuai
10	10000	10000	Sesuai

Tabel 19 Pengujian Pengiriman Data Kuota Pemakaian Air Master ke Slave 1

No	Master	Slave 1	Keterangan
	Data Kirim (ml)	Data Terima (ml)	
1	1000	1000	Sesuai
2	2000	2000	Sesuai
3	3000	3000	Sesuai
4	4000	4000	Sesuai
5	5000	5000	Sesuai
6	6000	6000	Sesuai
7	7000	7000	Sesuai
8	8000	8000	Sesuai
9	9000	9000	Sesuai
10	10000	10000	Sesuai

Tabel 20 Pengujian Permintaan Data Kuota Pemakaian Air Slave 2 ke Master

No	Slave 2	Master	Keterangan
	Data Kirim (ml)	Data Terima (ml)	
1	1000	1000	Sesuai
2	2000	2000	Sesuai
3	3000	3000	Sesuai
4	4000	4000	Sesuai
5	5000	5000	Sesuai
6	6000	6000	Sesuai
7	7000	7000	Sesuai
8	8000	8000	Sesuai
9	9000	9000	Sesuai
10	10000	10000	Sesuai

Tabel 21 Pengujian Pengiriman Data Kuota Pemakaian Air Master ke Slave 2

No	Master	Slave 2	Keterangan
	Data Kirim (ml)	Data Terima (ml)	
1	1000	1000	Sesuai
2	2000	2000	Sesuai
3	3000	3000	Sesuai
4	4000	4000	Sesuai
5	5000	5000	Sesuai
6	6000	6000	Sesuai
7	7000	7000	Sesuai
8	8000	8000	Sesuai
9	9000	9000	Sesuai
10	10000	10000	Sesuai

Analisa Pengujian

Dari data hasil pengujian keseluruhan yang telah didapatkan sehingga dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Pada pengujian pembatasan penggunaan air, alat dapat membatasi penggunaan air menggunakan kuota pemakaian air yang ditunjukkan pada set point, hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 16 dan Tabel 17 dengan rata – rata persentase error pada Tabel 16 yang menggunakan nilai k-faktor 2,8 menunjukkan nilai persentase error bernilai 0,20% dan pada Tabel 17 dengan menggunakan k-faktor 2,9 menunjukkan nilai persentase error bernilai 1,07%, k-faktor digunakan untuk nilai pembagi pada program perhitungann volume air pada program ESP 32, sehingga nilai k-faktor berpengaruh pada akurasi pengukuran volume air.
2. Pada pengujian komunikasi *Wireless Sensor Network* yang ditunjukkan pada Tabel 18 menunjukkan bahwa slave 1 dapat mengirim permintaan kuota pemakaian air ke master sebanyak 10 kali dan master dapat menerima semua data yang dikirim oleh slave 1 kemudian data yang dikirim dari slave 1 dan data yang diterima master sesuai atau cocok.
3. Pada Tabel 19 menunjukkan master mengirim data kuota penggunaan air ke slave 1 sebanyak 10 kali dan dapat menerima semua data kuota pemakaian air yang dikirim master dan sesuai dengan data yang dikirim.
4. Pada Tabel 20 menunjukkan slave 2 mengirim data permintaan kuota pemakaian air ke master sebanyak 10 kali dan master dapat menerima semua data yang dikirim oleh slave 2 dan sesuai.
5. Pada Tabel 21 menunjukkan master mengirim data permintaan kuota pemakaian air ke master sebanyak 10 kali dan master dapat menerima semua data yang dikirim oleh master dan sesuai.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada alat monitoring dan pembatasan penggunaan air bersih pada rumah tangga menggunakan wireless sensor network, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ini dapat membatasi penggunaan air dengan menggunakan kuota penggunaan air dengan persentase error pengukuran pada slave 1 bernilai 0,79% dengan menggunakan

- k-faktor 2,8 dan untuk salve 2 persentase error bernilai 0,99% dengan menggunakan k-faktor 2,9.
2. Perancangan sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) menggunakan protocol ESP NOW untuk komunikasi master slave dapat berkerja dengan baik untuk jarak maksimal komunikasi ESP NOW yang didapatkan sejauh 250 m dan pada bagian master terhubung dengan firebase untuk dapat terhubung dengan aplikasi android via internet.
 3. Aplikasi android dapat memonitoring sisa penggunaan air, debit air, persentase baterai dan dapat mengkontrol penggunaan air dengan mengirim permintaan kuota pemakaian air ke admin untuk bisa menggunakan kuota penggunaan air yang digunakan untuk membatasi penggunaan air bersih.

Daftar Pustaka

- 20x4 character LCD display, 20x4 LCD display, 2004 LCD display - Winstar. (n.d.). LCD Display, LCD Display Modules, Display LCD, LCD Panel Manufacturer, Supplier. Retrieved January 16, 2024, from <https://www.winstar.com.tw/products/character-lcd-display-module/20x4-lcd-display.html>
- Adafruit Industries, A. (n.d.). *4x4 matrix keypad*. Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits. Retrieved January 16, 2024, from <https://www.adafruit.com/product/3844>
- Agus, Purnama., 2018, Matrix Keypad 4x4 Untuk Mikrokontroler – Elektronika Dasar, (Online), diakses pada tanggal January 16, 2024, dari world wide web: <https://elektronika-dasar.web.id/matrix-keypad-4x4-untuk-mikrokontroler/>
- Aichi Tokei Denki Co.,ltd. (n.d.). *Micro-flow oval gear sensor OF-Z (MICROSTREAM)*, Aichi Tokei Denki. <https://www.aichitokei.net/products/microflow-sensor-of-z/>
- Alldatasheet.com. (n.d.). *MG995 Datasheet(PDF) - List of Unclassified manufacturers*. ALLDATASHEET.COM - Electronic Parts Datasheet Search. <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132435/ETC2/MG995.html>
- Andrianto, H., & Hafidzar, K. (2019). Sistem Pencatatan Data Penggunaan Air Berbasis Smartphone Android. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 5(3).
- Aprilliana, D. A., Fathoni, F., & Nurcahyo, S. (2022). Perancangan Alat Pemberi Pakan Ikan Lele Otomatis Sesuai Dengan Usia Ikan Berbasis Android. *Jurnal Elkolind: Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 9(1), 17-25.
- Ardiansyah, S. (2018). Prototype Pengontrol Pengisian Tandon Air Secara Paralel Menggunakan Solenoid Valve Berbasis Atmega 2560. *Jurnal Informatika*, 7(2).
- Arsyistawa, N., Rivai, M., & Suwito, S. (2017). Aplikasi wireless sensor network untuk pembacaan meteran air. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), A807-A812.
- Biswas, S. B., & Iqbal, M. T. (2018, May). Solar water pumping sistem control using a low cost esp32 microcontroller. In *2018 IEEE Canadian conference on electrical & computer engineering (CCECE)* (pp. 1-5). IEEE.
- Buzzer. (n.d.). Welcome to Farnell Global | Global Electronic Component Distributor. Retrieved January 16, 2024, from <https://www.farnell.com/datasheets/2171929.pdf>

- datasheet MG995 Tower Pro*. (n.d.). <https://www.electronicoscaldas.com/>. Retrieved January 16, 2024, from https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG995_Tower-Pro.pdf
- ESP32-devkitc V4 getting started guide - ESP32 - — ESP-IDF programming guide latest documentation. (n.d.). <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html>
- Evangelist, Pram. 2015. Apa itu Firebase?. Retrieved 2 Maret 2015, from <https://idevangelist.com/2015/10/apa-itufirebase/>
- Hakim, D. P. A. R., Budijanto, A., & Widjanarko, B. (2018). Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID. *Jurnal Iptek*, 22(2), 9-18.
- Hidayatullah, M. (2016). Sistem Kendali Keran Wudhu Otomatis Menggunakan Sensor Passive Infra Red (Pir) Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Untuk Menghemat Penggunaan Air. *Jurnal Tambora*, 1(2), 40-47.
- Html.alldatasheet.com. (n.d.). *Srd05vdcslc datasheet(1/2 pages) SONGLERELAY*. ALLDATASHEET.COM - Electronic Parts Datasheet Search. Retrieved January 16, 2024, from <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/1131944/SONGLERELAY/SRD05VDCSLC/850/1/SRD05VDCSLC.html>
- Indonesia, V. (n.d.). *Voz VRLA 6V 4.5 ah*. Voz Indonesia. Retrieved January 16, 2024, from <https://www.voz.co.id/product/voz-vrla-6v-45-ah-g2yd4mzqgy>
- Kosasih, D. P. (2018). Pengaruh variasi larutan elektrolite pada accumulator terhadap arus dan tegangan. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Arsitektur)*, 2(2), 33-45.
- MEAN WELL switching power supply manufacturer*. (n.d.). MEAN WELL Switching Power Supply Manufacturer. <https://www.meanwell.com/productSeries.aspx>
- MEAN WELL. (n.d.). *MEAN WELL switching power supply manufacturer*. MEAN WELL Switching Power Supply Manufacturer. Retrieved January 16, 2024, from <https://www.meanwell.com/productSeries.aspx#>
- Micro SD card reader module for Arduino*. (n.d.). Digiware Store. Retrieved January 16, 2024, from <https://digiwarestore.com/id/other-appliances/micro-sd-card-reader-module-for-arduino.html>
- Mulyadi, S. (2019). *PEMBUATAN SISTEM KONTROL LAS TITIK GERAK TIGA AXIS X, Y DAN Z BERBASIS MIKROKONTROL*. Politeknik Negeri Bandung
- Nalle, M. V. (2021). *OPTIMASI ALTERNATIF METERAN AIR BERBASIS IOT* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Pasic, R., Kuzmanov, I., & Atanasovski, K. (2020). ESPRESSIF ESP32 development board in Wifi station communication mode. *TEMEL-ij*, 4(1), 1-6.
- Pratama, V. A. (2021). Rancang Bangun Data Logger Berbasis SD Card Pengukur Suhu Ruangan Laboratorium Di Balai Riset Dan Standardisasi Industri Surabaya. *Surabaya: Universitas Dinamika*.

- Ramadhan, A. O., Tolle, H., & Fanani, L. (2018). Pembangunan Modul Penunjang Pembelajaran di Kelas Untuk Aplikasi Brawijaya Messenger Dengan Platform Firebase. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(4), 1630-1637.
- Romadhan, M. R., Jefiza, A., Arifin, M., & Suciningtyas, I. K. L. N. (2020). Keran Air Plug-in Otomatis. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 4(2), 30-33.
- Rosyidi, M. S. A. (2019). *Rancang Bangun Alat Pembersih Dan Penyortir Ukuran Telur Asin Berbasis Arduino Mega 2560* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Kajian kualitas air dan penggunaan sumur gali oleh masyarakat di sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan Undip*, 12(2), 72-82.
- Sonita, A., & Fardianitama, R. F. (2018). Aplikasi E-Order Menggunakan Firebase dan Algoritme Knuth Morris Pratt Berbasis Android. *Pseudocode*, 5(2), 38-45.
- Syahputra, A. W. R. (2021). Kontrol Water Flow Smart Metering pada Pemakaian Air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Menggunakan Nomor Token. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 8(1).
- Tentang meteran air : Bagaimana Cara mengenal alat ukur kubikasi Dan tips menghemat air perumdam.* (2021, July 31). PDAM KABUPATEN BENGKAYANG. <https://pdambengkayang.co.id/2021/07/31/tentang-meteran-air-bagaimana-cara-mengenal-alat-ukur-kubikasi-dan-tips-menghemat-air-perumdam/>
- Tika, S. W., Baqaruzi, S., & Muhtar, A. (2021). Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Air Menggunakan Kontrol PID. *ELECTRON: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(1), 41-47.
- Wijayanto, D., & Dedi Triyanto, I. (2016). Prototipe Pengukur Debit Air Secara Digital Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 4(3).
- Zahara, Amalia (2017). Perancangan Prinsip Dasar Teknologi Light Fidelity pada Suatu Ruang Kerja Berbasis Arduino Uno. Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.