

Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Otomasi Ketinggian Air pada *Ground Water Tank* Rumah Sakit Berbasis *Internet of Things* (Studi Kasus : RSUD Sidoarjo Barat)

Mohammad Yoga Dwi Prasetya

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: mohammad.21098@mhs.unesa.ac.id

Nurhayati, I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, Miftahur Rohman

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: nurhayati@unesa.ac.id, asto@unesa.ac.id, miftahurrohman@unesa.ac.id

Abstrak

Ground water tank adalah ruangan bawah tanah yang berfungsi untuk penampungan air sementara dan penyeimbang antara debit produksi dan debit penggunaan air sebelum disalurkan ke *roof tank* dan konsumen. Selama ini, menentukan ketinggian air *ground water tank* menggunakan cara manual yaitu menghitung jumlah anak tangga yang tersisa di atas permukaan air. Strategi tersebut memiliki kelemahan dalam hal kecepatan dan akurasi pengukuran. Penelitian ini mengimplementasikan sebuah sistem *monitoring* dan otomasi ketinggian air *ground water tank* secara *real time* berbasis *Internet of Things* (IoT) pada RSUD Sidoarjo Barat. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air, sensor *waterflow* untuk mendeteksi debit air, dan sensor INA219 untuk mendeteksi daya pemakaian, kemudian data dikirim dan disimpan ke server. Sistem dapat diakses melalui *website thingspeak* untuk *monitoring ground water tank*. Sistem mampu menampilkan data ketinggian air (%), debit air (liter/menit), dan daya pemakaian (mW) dalam bentuk numerik dan grafik. Sistem yang telah diterapkan menunjukkan kinerja cukup baik dengan akurasi sebesar 92,1% ~ 92%. Sistem akan dapat bekerja secara maksimal pada saat pengisian *ground water tank* yaitu pada debit air sebesar 466,67 liter/menit dengan waktu pengisian selama 3,75 jam.

Kata Kunci: *ground water tank*, *monitoring*, otomasi, *thingspeak*, sensor ultrasonik, sensor *waterflow*, sensor INA219, IoT.

Abstract

A ground water tank is an underground chamber used for temporary water storage and serves as a balancing system between the production flow rate and consumption flow rate before the water is distributed to the roof tank and consumers. Traditionally, the water level in the ground water tank has been measured manually by counting the number of steps remaining above the water surface. This method has drawbacks in terms of speed and measurement accuracy. This study implements a real-time water level monitoring and automation system for ground water tanks based on the Internet of Things (IoT) at Sidoarjo Barat Regional General Hospital. The system utilizes ultrasonic sensors to detect water levels, *waterflow* sensors to measure flow rates, and INA219 sensors to monitor power consumption. The data is then transmitted and stored on a server. The system can be accessed via the *Thingspeak* website for ground water tank monitoring. It displays data on water levels (%), *waterflow* rates (liters/minute), and power consumption (mW) in both numeric and graphical formats. The implemented system has shown good performance with an accuracy rate of 92.1% ~ 92%. The system operates optimally during the filling process of the ground water tank, with a *waterflow* rate of 466.67 liters/minute and a filling time of 3.75 hours.

Keywords: ground water tank, monitoring, automation, *thingspeak*, ultrasonic sensor, *waterflow* sensor, INA219 sensor, IoT.

PENDAHULUAN

Rumah sakit berkewajiban untuk memberikan layanan kesehatan yang berkualitas untuk memastikan keselamatan pasien. Salah satu cara untuk meningkatkan pelayanan kesehatan di rumah sakit adalah melalui peningkatan fasilitas sanitasi. Penyediaan air bersih sangat penting untuk sanitasi dasar, dan kekurangan air dapat memengaruhi kondisi kesehatan dan sosial. Oleh karena itu, pengelolaan air yang baik sangat penting untuk memastikan pemenuhan kebutuhan air secara

berkelanjutan. Setelah perawatan, air disimpan di reservoir sementara sebelum akhirnya di distribusikan ke konsumen. Reservoir menyeimbangkan debit produksi dan menghindari fluktuasi tekanan dalam sistem distribusi. Observasi di RSUD Sidoarjo Barat mengidentifikasi beberapa permasalahan terkait *ground water tank* selama proses pengisian dan pemeliharaan. Sistem distribusi air rumah sakit berasal dari *ground water tank* yang dipasok oleh Perusahaan Penyediaan Air Minum Daerah (PDAM).

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa maksimal kebutuhan air bersih di RSUD Kayu Agung mencapai 166.914 liter per hari. Sebagai perbandingan, ketersediaan air hanya 87.750 liter per hari, sehingga terjadi kekurangan 79.164 liter per hari. Untuk itu, kapasitas reservoir 198.000 liter direncanakan. Kapasitas *ground water tank* RSUD Sidoarjo Barat adalah 105.000 liter dengan ukuran panjang 7,5 m, lebar 6,5 m, tinggi 2,5 m. Pengisian *ground water tank* dilakukan 2-3 kali sehari ketika volume air setengah kosong. Berdasarkan data yang tercatat, kebutuhan air bersih di RSUD Sidoarjo Barat sangat bervariasi dengan bulan Februari yaitu 972.981 liter/hari, Maret yaitu 864.553 liter/hari, April yaitu 229.273 liter/hari, dan Mei yaitu 184.496 liter/hari.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER. IX/1990, mengenai persyaratan dan pengawasan kualitas air, menyatakan bahwa air yang memenuhi standar kesehatan harus memenuhi peraturan yang berlaku dan dapat diminum setelah dimasak. Dalam merencanakan sistem pasokan air untuk sebuah bangunan, kebutuhan air bersih tergantung pada fungsi bangunan, jumlah peralatan sanitasi, dan jumlah penghuni. Sumber air Jeff wall (lubang bor) disalurkan ke *ground water tank*, dipompa ke reservoir, dan akhirnya disalurkan ke setiap instalasi air di dalam gedung. (D. R. Sari, 2008). Mencermati fluktuasi penggunaan air bersih di gedung perkantoran di Surabaya, dengan studi kasus di Dinas Pekerjaan Umum dan Bina Marga, Dinas Kesehatan, dan Dinas Tenaga Kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari fluktuasi penggunaan air bersih di gedung perkantoran di Surabaya, antara lain pemantauan meteran air dan volume waduk selama 7 hari serta pengukuran penurunan ketinggian air di waduk setiap jam selama jam kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan air di setiap kantor bervariasi, berkisar antara 31-51 liter per orang per hari. Perbedaan ini dipengaruhi oleh jumlah dan jenis peralatan pipa ledeng yang digunakan di setiap bangunan. Faktor penggunaan air rata-rata jam sibuk di ketiga kantor berkisar antara 1,08-3,02, terkait dengan aktivitas masing-masing kantor dan karakteristik penghuni yang berbeda. Persentase kapasitas reservoir yang dihitung berkisar antara 31,91%-69,69% dari rata-rata debit harian. Selain itu, terdapat perbedaan volume reservoir yang signifikan berdasarkan perhitungan fluktuasi reservoir yang ada.

RSUD Sidoarjo Barat melakukan pemantauan ketinggian air setiap hari dengan cara manual yaitu menghitung anak tangga yang tersisa diatas permukaan air pada *ground water tank*. Pemantauan ketersediaan air dilakukan setiap hari untuk memastikan efisiensi, tetapi sering terjadi keterlambatan dalam pemeriksaan yang menyebabkan penurunan pasokan air. Penelitian ini juga

meninjau sistem otomatis yang sebelumnya digunakan untuk pengelolaan air, seperti sensor pelampung dan *level switch* yang memiliki kekurangan, seperti potensi kebocoran dan biaya listrik yang tinggi. RSUD Sidoarjo Barat sebelumnya menggunakan sensor pelampung, tetapi sistem ini tidak dapat optimal karena kendala aliran air. Dengan kemajuan teknologi, berbagai metode pengukuran ketinggian air telah dikembangkan, dan sensor ultrasonik dianggap sebagai solusi yang efektif untuk saat ini. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pemantauan dan otomatisasi ketinggian air rumah sakit menggunakan sensor *waterflow*, sensor ultrasonik, dan solenoid valve berbasis IoT.

Internet of Things (IoT) adalah ide yang memungkinkan banyak objek cerdas dihubungkan melalui internet untuk berbagi data. Keunggulan utama IoT adalah kemampuannya untuk digunakan dalam sistem tertanam dengan konsumsi daya yang efisien. Ini bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet dengan mengontrol komponen elektronik dari jarak jauh melalui internet. Konsep sistem pemantauan berbasis internet memungkinkan pengguna untuk menghubungkan, mengontrol, memproses, dan memantau sistem secara online. Informasi harus didasarkan pada prinsip SMART (Spesifik, Terukur, Dapat Dicapai, Relevan, dan Terikat Waktu). Pengguna dapat memanfaatkan pemantauan *realtime* dengan koneksi kabel atau nirkabel, seperti bluetooth, pesan teks, atau situs web. IoT menghubungkan perangkat melalui jaringan internet untuk menghasilkan informasi yang berguna. (Najib Amaro, 2017). *Thingspeak* adalah platform untuk mengumpulkan dan mengambil data dari perangkat melalui internet atau jaringan lokal. Fitur penting *thingspeak* termasuk API terbuka, pengumpulan data *realtime*, data geolokasi, pemrosesan data, visualisasi data, pesan status perangkat, dan *plugin*. Saluran di *thingspeak* berisi bidang data, lokasi, dan status untuk menyimpan data dari perangkat dan melakukan analisis dengan MATLAB. (Siswono, 2021).

Ground water tank merupakan fasilitas penampungan air sementara sebelum di distribusikan kepada konsumen. Fungsi utama *ground water tank* adalah untuk menyeimbangkan produksi air dan penggunaan air. (G. M. Fair dkk, 1968). Sensor *waterflow* adalah alat untuk mengukur aliran air dalam pipa dan memantau penggunaan air. Sensor perlu disesuaikan dengan baik untuk hasil pengukuran yang akurat. Ada berbagai jenis sensor, termasuk potensiometer dan baling-baling. Sensor ini beroperasi dengan 5 volt DC dan hanya membutuhkan satu sinyal. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak dengan gelombang ultrasonik tanpa kontak fisik. Sensor ini terdiri dari pemancar dan penerima gelombang. Pemancar menghasilkan gelombang, sedangkan penerima

Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Otomasi Ketinggian Air pada Ground Water Tank Rumah Sakit Berbasis Internet of Things (Studi Kasus : RSUD Sidoarjo Barat)

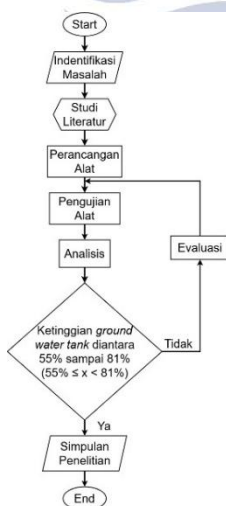
mendeteksi gelombang yang dipantulkan untuk mengukur jarak objek. (U. M. Arief, 2011). Berdasarkan prinsip Hall Effect, sensor INA219 digunakan untuk mengukur tegangan dan arus dalam suatu rangkaian. Medan magnet arus listrik memengaruhi tegangan sensor yang terdeteksi. (Lambert dkk, 2021).

Penelitian sebelumnya dari (Momin dkk, 2016), berjudul Konstruksi Indikator Ketinggian Air Digital dan Sistem Pengontrol Pompa Otomatis, dilakukan pada tahun 2016. Hasil penelitiannya adalah membuat alat pengecekan air secara digital dan otomatis. Tampilan monitor menggunakan LCD. Perbandingan dengan penelitian ini menggunakan ATMEGA 8 dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air, serta sistem tanpa IoT.

Penelitian sebelumnya dari (K. R Rao dkk, 2018), berjudul sistem pemantauan ketinggian dan kualitas air berbasis IOT di overhead tank pada tahun 2018. Hasil penelitiannya menjadi alat pemantauan ketinggian dan kualitas air di dalam tangki dengan akses melalui aplikasi Android. Perbandingan dengan penelitian ini menggunakan Raspberry Pi dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air.

METODE

Alur observasi yang digunakan dalam observasi ini memiliki enam tahap: identifikasi masalah, studi pustaka, desain alat, pengujian, analisis, dan kesimpulan observasi. Alur penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

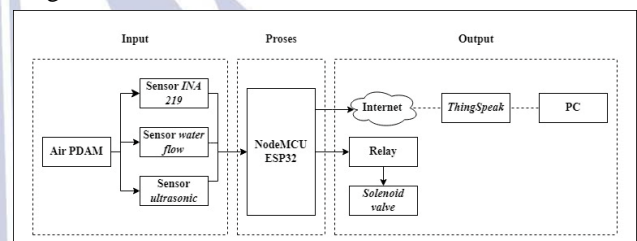
Tahapan alur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah: Mengumpulkan informasi melalui observasi untuk menentukan masalah observasi.
2. Studi Pustaka: Mencari referensi yang relevan dan karakteristik peralatan dari penelitian sebelumnya.
3. Desain Alat: Rancang perangkat keras dengan

menghubungkan sensor ke mikrokontroler dan memprogram perangkat.

4. Pengujian: Lakukan serangkaian pengujian pada perangkat yang dirancang, termasuk pengujian sensor dan aplikasi.
5. Analisis: Mengevaluasi hasil tes dan melakukan revisi jika ada perbedaan.
6. Kesimpulan: Menarik kesimpulan berdasarkan seluruh proses.

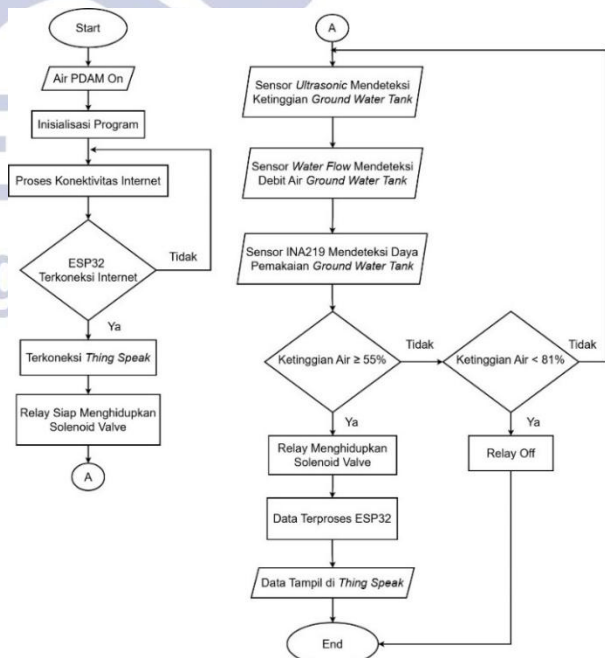
Desain perangkat keras dalam penelitian ini adalah implementasi desain sistem pemantauan level *ground water tank* berbasis IoT, yang meliputi desain teknis dan diagram blok sistem serta gambar desain yang menunjukkan bagaimana komponen terhubung dalam rangkaian.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem dalam penelitian ini menggambarkan alur kerja sistem pemantauan, termasuk sensor *input*, pemrosesan data, dan *input* ke staf rumah sakit melalui *thingspeak*.

Desain perangkat lunak observasi ini melibatkan pembuatan diagram alur sistem untuk mendukung pembuatan program di ESP32 yang mengelola fungsionalitas pemantauan.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Metode pengujian alat observasi ini dilakukan dalam

enam langkah, antara lain pemodelan distribusi air rumah sakit dan pengujian setiap sensor:

1. Sensor Ultrasonik: Mengukur akurasi ketinggian air.
2. *Sensor waterflow*: Mengukur laju aliran air.
3. Sensor INA 219: Mengidentifikasi konsumsi daya DC.
4. Integrasi IoT: Pastikan fitur pemantauan dapat berfungsi dengan benar.
5. Pengujian Keseluruhan: Konfirmasikan bahwa sistem beroperasi seperti yang diharapkan.

Melalui metodologi ini, observasi bertujuan untuk menghasilkan alat pemantauan ketinggian air yang efektif dan efisien di *ground water tank* RSUD Sidoarjo Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

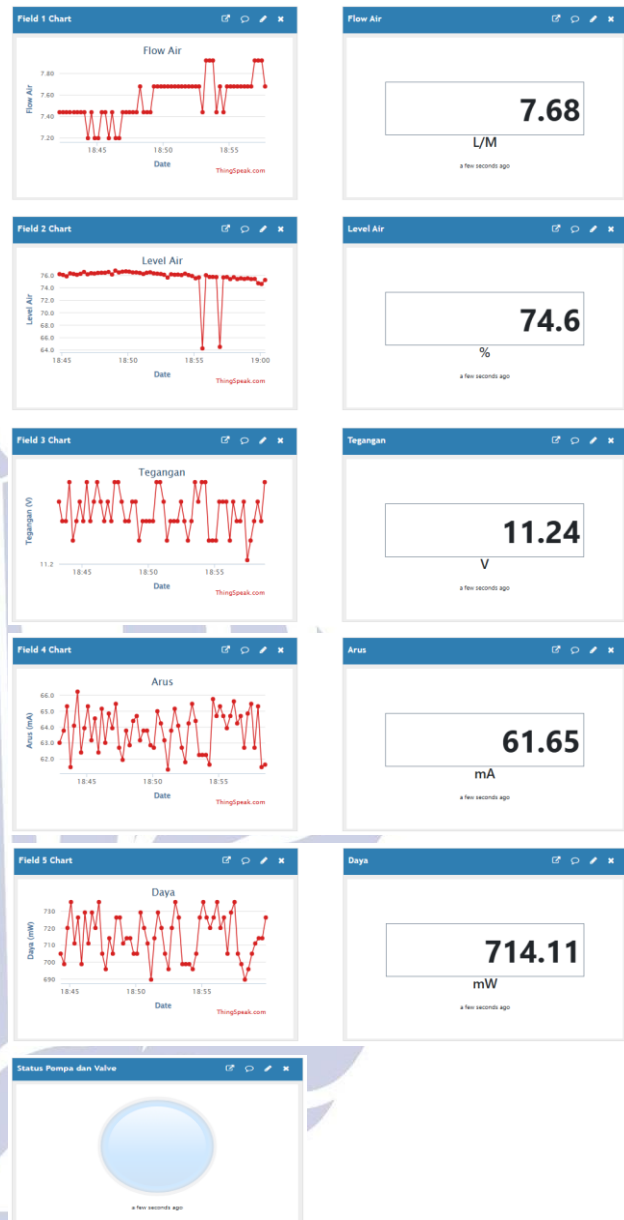
Hasil Perancangan Hardware

Implementasi perangkat keras adalah tahap praktis dari desain perangkat keras. Sistem monitoring ketinggian air di RSUD Daerah Sidoarjo Barat memasang komponen sesuai konfigurasi pin yang telah ditentukan. Semua komponen dihubungkan dan ditempatkan dalam kotak panel. *Solenoid valve* dan sensor *waterflow* dipasang pada pipa *input* PDAM yang terhubung ke mikrokontroler ESP32 dan sumber daya listrik.

Hasil Perancangan Software

Implementasi perangkat lunak adalah hasil realisasi tampilan website *thingspeak*. Situs web *thingspeak* menampilkan semua data sensor dan aktuator yang digunakan sebagai informasi pemantauan.

Gambar 5 menunjukkan tampilan grafis data daya selama pembacaan sistem dan nilai yang dibaca pada *thingspeak* saat sistem aktif. Situs web *thingspeak* juga menampilkan status pompa dan *solenoid valve*.



Gambar 5. Implementasi Software

Analisa Modelling Distribusi Air Bersih Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo Barat

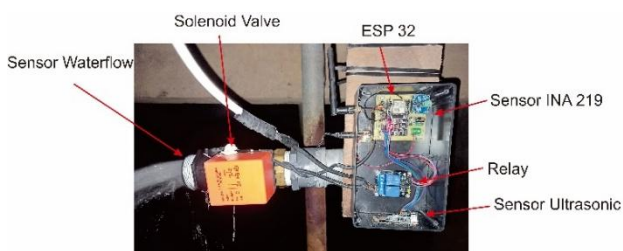
1. Kebutuhan Air Bersih Pasien Rumah Sakit

a. Pasien Rawat Inap

Hasil perhitungan pada pasien rawat inap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pemakaian Air Pasien Rawat Inap

No	Nama Kamar/ Ruangan	Jumlah Tempat Tidur	Kebutuhan air liter/bed/hari	Pemakaian Air liter/hari
1	Uranus	42	300	12.600
2	Jupiter	24	300	7.200
3	Mars	16	300	4.800
4	Merkurius	2	300	600
5	Venus	2	300	600
6	Peristi	11	300	3.300
7	Isolasi	2	300	600
8	ICU	7	300	2.100
9	OK	3	300	900
10	MNE	3	300	900
Total		112		33.600



Gambar 4. Implementasi Hardware

Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Otomasi Ketinggian Air pada Ground Water Tank Rumah Sakit Berbasis Internet of Things (Studi Kasus : RSUD Sidoarjo Barat)

Asumsi jumlah keluarga pasien rawat inap minimal satu orang yang mendampingi dikali jumlah pasien, berikut perhitungannya :

q air bersih keluarga pasien rawat inap = 160 liter/hari

q = 112 org x 160 liter/hari

q = 17.920 liter/hari

q total = 33.600 liter/hari + 17.920 liter/hari

q total = 51.520 liter/hari

b. Pasien Rawat Jalan

Hasil perhitungan pada pasien rawat jalan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemakaian Air Pasien Rawat Jalan

No	Nama Kamar/ Ruangan	Jumlah Pasien Rawat Jalan (orang)	Kebutuhan air liter/bed/hari	Pemakaian Air liter/hari
1	Poliklinik	125	5	625
2	IGD	20	5	100
Total		145		725

Asumsi jumlah keluarga pasien rawat jalan poliklinik minimal satu orang yang mendampingi, sedangkan untuk keluarga pasien gawat darurat maksimal dua orang. Perhitungan penggunaan air bersih untuk keluarga pasien dapat dilihat di bawah ini:

Total keluarga pasien rawat jalan = 165 orang

q air bersih keluarga pasien = 5 liter/org/hari

q = 165 org x 5 liter/org/hari

q = 825 liter/hari

Total q air bersih untuk pasien rawat jalan + q air bersih untuk keluarga pasien rawat jalan adalah sebagai berikut:

q total = 725 liter/hari + 825 liter/hari

q total = 1.550 liter/hari

Maka total pemakaian air bersih pasien (g) adalah sebagai berikut :

g = 51.520 liter/hari + 1.550 liter/hari

g = 53.070 liter/hari

2. Kebutuhan Air Bersih Staf Karyawan Rumah Sakit

Hasil perhitungan pada staf karyawan rumah sakit dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Kebutuhan air bersih staf karyawan adalah sebagai berikut.

e = 490 orang x (120 liter/hari)

e = 58.800 liter/hari

Tabel 3. Kebutuhan Air RSUD Sidoarjo Barat

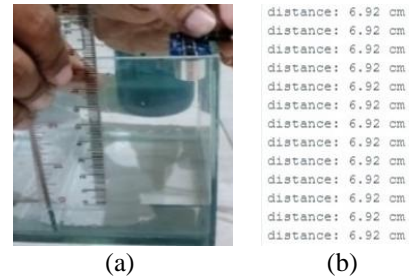
No	Jumlah Kebutuhan Air RSUD Sidoarjo Barat	Total (liter/hari)
1	Kebutuhan Air Pasien	53.070
2	Kebutuhan Air Staf Karyawan	58.800
Total		111.870

Dari analisis di atas, jumlah total kebutuhan air bersih pasien dan staf pegawai Rumah Sakit Umum Daerah

Sidoarjo Barat pada tahun 2024 adalah 111.870 liter/hari.

Pengujian Sensor *Ultrasonik*

Hasil pengujian sensor *ultrasonik* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian Sensor *Ultrasonik* (a) jarak sebenarnya, (b) jarak objek pada serial monitor

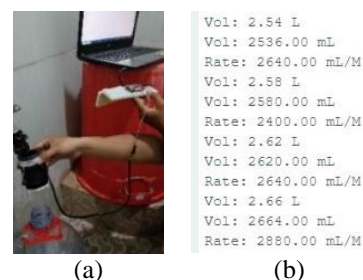
Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor *Ultrasonik*

Pengujian ke-	Hasil ukur penggaris (cm)	Hasil ukur Sensor (cm)	Selisih Pengukuran (cm)	Presentase Error %
1	2	2,07	0,07	3,50
2	3	3,04	0,04	1,33
3	5	4,66	0,34	6,80
4	6	5,95	0,05	0,83
5	7	6,92	0,08	1,14
6	8	8,21	0,21	2,63
7	9	9,21	0,21	2,33
8	10	10,25	0,25	2,50
9	13	13,40	0,40	3,08
10	15	14,79	0,21	1,40
Rata-rata eror			2,554	

Pada Tabel 4 merupakan hasil dari pengujian sensor *ultrasonik* dengan membandingkan jarak yang terukur oleh sensor dengan jarak sebenarnya dari penggaris. Rata-rata eror yang didapatkan pada sensor *ultrasonik* yaitu sebesar 2,554% dengan persentase akurasi 97,446%.

Pengujian Sensor *Waterflow*

Hasil pengujian sensor *waterflow* disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Sensor *Waterflow* (a) pengukuran sebenarnya, (b) pengukuran objek pada serial monitor

Tabel 5. Pengujian Volume Sensor *Waterflow*

Pengujian ke-	Pengukuran Manual (ml)	Pengukuran Sensor (ml)	Selisih Pengukuran (ml)	Persentase Error %
1	1500	1488	12	0,80
2	3000	3048	48	1,60
3	4500	4476	24	0,53
4	6000	5996	4	0,07
5	9000	9100	100	1,11
6	12000	11996	4	0,03
7	15000	15060	60	0,40
Rata-rata error				0,65

Pada Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian sensor *waterflow* pada volume 1500 ml sampai 15000 ml dengan membandingkan volume yang terukur oleh sensor dengan volume sebenarnya. Rata-rata error yang didapatkan pada sensor *waterflow* yaitu sebesar 0,65% dengan persentase akurasi 99,35%.

Pengujian Sensor INA219

Pada Tabel 6 merupakan hasil dari pengujian sensor INA219 yang diberi sumber DC 12V dan diberi beban *solenoid valve* dan *waterflow meter*. Rata-rata error yang didapatkan pada sensor INA219 untuk tegangan yaitu sebesar 0,211% dan rata-rata error arus sebesar 1,359%. Hasil dari pengukuran dan pengujian sensor INA219 didapatkan akurasi data pengujian untuk tegangan sebesar 99,789% tegangan dan akurasi arus sebesar 98,641%.

Tabel 6. Pengujian Sensor INA219

Pengujian ke-	Pembacaan Sensor		Pengukuran AVO		Selisih		Persentase Error %	
	V	mA	V	mA	V	mA	V	mA
1	11,3	58,13	11,33	59,67	0,03	1,54	0,26	2,58
2	11,28	60,27	11,33	61,33	0,05	1,06	0,44	1,73
3	11,3	75,37	11,29	74,72	0,01	0,65	0,09	0,87
4	11,36	72,63	11,4	72,95	0,04	0,32	0,35	0,44
5	11,33	57,67	11,36	58,5	0,03	0,83	0,26	1,42
6	11,35	70,9	11,39	72,2	0,04	1,3	0,35	1,80
7	11,34	146,9	11,33	145	0,01	1,9	0,09	1,31
8	11,27	64,6	11,27	64,44	0	0,16	0,00	0,25
9	11,34	66,6	11,33	66,4	0,01	0,2	0,09	0,30
10	11,35	65,16	11,37	67,1	0,02	1,94	0,18	2,89
Rata-rata error							0,211	1,359

Pengujian *Monitoring* yang Telah Terintegrasi IoT

Sistem pemantauan terintegrasi IoT diuji untuk menampilkan data dari hasil pemantauan ketinggian air. Pada Gambar 5, hasil pemantauan debit air (liter/menit) dan ketinggian air (%). Fluktuasi debit air dapat disebabkan oleh perubahan tekanan udara, atau sensitivitas sensor dalam kinerja sistem. Fluktuasi ketinggian air

disebabkan oleh pembacaan sensor pada saat sistem aktif. Kenaikan dan penurunan permukaan air menunjukkan adanya pengisian dan penggunaan air. Pada Gambar 5 adalah hasil pemantauan nilai tegangan (V) dan arus (mA). Fluktuasi arus dan tegangan yang disebabkan oleh perubahan beban, atau stabilitas catu daya, juga dapat disebabkan oleh sambungan atau kabel yang tidak stabil. Gambar 5 adalah hasil pemantauan nilai daya dan status *solenoid valve*. Fluktuasi daya sering disebabkan oleh perubahan jumlah energi yang dibutuhkan oleh komponen sistem. Jika ada mesin atau peralatan yang menghidupkan dan mematikan secara berkala, daya yang dikonsumsi akan naik dan turun. Hasil pengujian pada Tabel 7 menunjukkan bahwa sistem dapat memantau dan menampilkan nilai debit air, ketinggian air, tegangan, arus, daya, dan status *solenoid valve* melalui platform *Thingspeak*. Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan terintegrasi IoT berhasil menampilkan hasil pemantauan secara efektif dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Tabel 7. Indikator Pengujian *Monitoring* Terintegrasi IoT

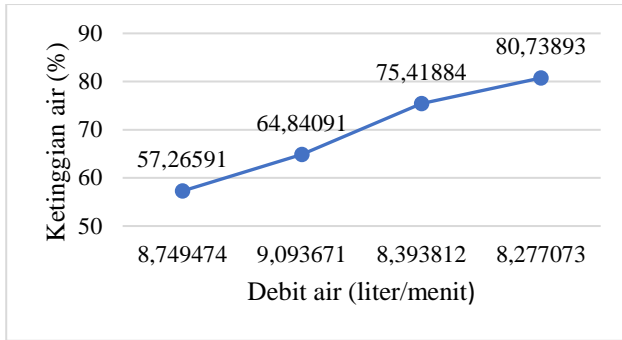
No	Aktivitas Pengujian	Indikator Pencapaian	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Alat terhubung dengan <i>thingspeak</i> dan menampilkan hasil <i>monitoring</i> nilai pengukuran setiap komponen	Alat dapat menampilkan nilai pengukuran setiap komponen melalui <i>thingspeak</i>	Alat dapat memonitoring dan menampilkan nilai pengukuran <i>waterflow</i> , ketinggian air, tegangan, arus, daya, dan status <i>solenoid valve</i> melalui <i>thingspeak</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak sesuai

Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Hasil pengujian alat secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Ketinggian air (%)	Debit air (liter/menit)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (mW)	<i>Solenoid valve</i>
57,26	8,74	140,67	11,18	1574,09	10
64,84	9,09	141,30	11,18	1580,03	10
75,41	8,39	143,53	11,17	1604,22	10
80,73	8,27	143,62	11,17	1602,09	0
Jumlah	34,49	569,12	44,7	6360,43	
Rata-rata	8,62	142,28	11,18	1590,11	



Gambar 8. Grafik Nilai Ketinggian 55% sampai 60%

Pengujian perangkat dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat yang dirancang berfungsi dengan benar. Data yang diperoleh dari pengujian ketinggian air di *ground water tank* RSUD Sidoarjo Barat yang dipantau melalui platform *thingspeak* menunjukkan rata-rata ketinggian air, debit air, arus, tegangan, dan daya. Proses pengisian air tangki dimulai ketika ketinggian air antara 55% hingga 81%. Grafik yang dihasilkan pada Gambar 15 menunjukkan hubungan antara debit air dan ketinggian air, di mana debit air meningkat seiring naiknya permukaan air.

Tabel 9. Kontrol Ketinggian Air

Ketinggian air (%)	Sisa Tangga
57,26	4,5
64,84	4
75,41	3,5
80,73	3

Tabel 10. Perbandingan Pengukuran Ground Water Tank

Pengukuran sensor (cm)	Pengukuran manual (cm)	Selisih error (cm)	Error (%)
117	98	19	19,4
133	125	8	6,4
155	148	7	4,7
166	164	2	1,2
Total error		31,7	
Rata-rata error		7,9	

Mengukur ketinggian air dengan cara manual adalah menghitung jarak dari tangga ke tangga lainnya, yaitu sekitar 35 cm dengan jumlah tangga mencapai 7. Pada tabel 9 dan 10 pengukuran manual menunjukkan sedikit perbedaan dari hasil pengukuran sensor, dengan kesalahan rata-rata 7,9% dan tingkat akurasi sekitar 92%. Di *ground water tank*, pompa bekerja secara bergantian untuk menstabilkan ketinggian air rata-rata. RSUD Daerah Sidoarjo Barat dapat memenuhi data tersebut untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan operasionalnya dengan lebih efisien dan efektif.

Pemakaian air rata-rata pada RSUD Sidoarjo Barat (Setyadi & Nurcahyo, 2017)

$$Q_h = \frac{Q_d}{t} \quad (1)$$

Keterangan :

Q_h : Pemakaian air rata-rata (m^3 /jam)

Q_d : Pemakaian air rata-rata sehari (m^3)

t : Jangka waktu pemakaian air dalam 1 hari (jam)

$$Q_h = \frac{111870 \text{ liter}}{8 \text{ jam}}$$

$$Q_h = 13983,75 \text{ liter/jam}$$

Pemakaian air pada jam puncak

C_1 = konstanta yang berkisar antara 1,5 – 2

$$Q_{h-max} = C_1 \times Q_h \quad (2)$$

$$Q_{h-max} = 2 \times 13983,75$$

$$Q_{h-max} = 27967,5 \text{ liter/jam}$$

$$Q_{h-max} = 466,125 \text{ liter/menit}$$

Waktu Pengisian *ground water tank* (Setyadi & Nurcahyo, 2017)

$$t = \frac{\text{volume (liter)}}{\text{debit air } (\frac{\text{liter}}{\text{menit}})} \quad (3)$$

$$t = \frac{105000 \text{ liter}}{466,125 \text{ liter/menit}}$$

$$t = 225 \text{ menit} = 3,75 \text{ jam}$$

Menghitung debit pengaliran (Setyadi & Nurcahyo, 2017)

$$Q = \frac{\text{volume (liter)}}{\text{waktu pengisian (menit)}} \quad (4)$$

$$Q = \frac{105000 \text{ liter}}{225 \text{ menit}}$$

$$Q = 466,67 \frac{\text{liter}}{\text{menit}} \text{ atau } 0,008 \frac{m^3}{\text{detik}}$$

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di uraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sebuah sistem *monitoring* dan otomasi ketinggian air pada *ground water tank* rumah sakit berbasis *Internet of Things* (Studi Kasus: RSUD Sidoarjo Barat) dirancang menggunakan sensor *waterflow* yang berfungsi untuk mendeteksi debit aliran air, sensor *ultrasonik* berfungsi mengukur ketinggian *ground water tank* diatas permukaan air, dan sensor INA219 berfungsi untuk menghitung daya pemakaian. Data pada setiap sensor akan dikirim ke server *thingspeak* melalui jaringan wifi yang tersedia di ESP32 sehingga dapat di *monitoring* secara *realtime*.
2. Sistem pendistribusian air bersih pada Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo Barat menggunakan sistem pendistribusian ke bawah (*down feed*) dengan sumber utama air bersih yang berasal dari PDAM yang

ditampung pada *ground water tank*. Pada saat sistem aktif dan sedang melakukan pengisian air, maka *solenoid valve* otomatis akan on pada ketinggian air diantara 55% sampai 81%, sedangkan *solenoid valve* akan otomatis off pada ketinggian air diatas 81%. Total kebutuhan air bersih di RSUD Sidoarjo Barat tahun 2024 sebesar 111.870 liter/hari. Berdasarkan data pengujian keseluruhan didapatkan nilai rata-rata debit air sebesar 8,62 liter/menit, rata-rata nilai arus sebesar 142,28 mA, rata-rata nilai tegangan sebesar 11,18 volt, dan rata-rata nilai daya pemakaian sebesar 1590,11 miliwatt atau sekitar 1,6 watt. Hasil pengujian sensor HC-SR04 pada saat pengukuran ketinggian air dapat bekerja cukup baik dengan akurasi sebesar 92,1% ~ 92%. Berdasarkan hasil perhitungan sistem dapat bekerja secara maksimal pada saat pengisian *ground water tank* yaitu pada debit air sebesar 466,67 liter/menit dengan waktu pengisian selama 3,75 jam.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan skripsi ini agar dapat lebih ditingkatkan dan dikembangkan menjadi sistem yang lebih baik adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan sistem pada sensor ultrasonik dan komponen yang digunakan pada skala industri serta penambahan aplikasi khusus *monitoring* dan otomasi ketinggian air *ground water tank* RSUD Sidoarjo Barat.
2. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan desain box yang lebih efisien dan efektif untuk peletakan alat di *ground water tank* agar lebih aman dan terlindungi sehingga tidak merusak komponen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Prof. Dr. Nurhayati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang berharga selama penelitian ini. Terima kasih kepada RS Sidoarjo Barat yang telah memberikan dukungan berupa data dan informasi selama penelitian ini. Terima kasih kepada rekan kerja dan teman yang selalu memberikan dorongan. Terima kasih yang paling tulus kepada keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa setiap saat.

DAFTAR PUSTAKA

- Sari, D. R. 2008. *Kajian Fluktuasi Pemakaian Air Bersih Pada Gedung Pekantoran di Surabaya (Studi Kasus Kantor Dinas PU Bina Marga dan Pematusan, Dinas Kesehatan, dan Dinas tenaga Kerja di Surabaya)*, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Najib Amaro. 2017. *Sistem Monitoring Besaran Listrik Dengan Teknologi IoT (Internet of Things)*. Skripsi.
- Siswono. 2021. *Sistem Monitoring Volume Underground Tank SPBU Berbasis Mikrokontroler Raspberry PI*. Universitas Hasanuddin.
- G. M. Fair, J. C. Geyer, and D. A. Okun. 1968. *Water and wastewater engineering*. Vol. 2, Water purification and wastewater treatment and disposal.
- Arief, U. M. 2011. *Pengujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air*. Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS, 9(2), 72-77.
- Lambert. Jonathan, Monahan. Rosemary, dan Casey. Kevin. 2021. *Power consumption profiling of a lightweight development board: Sensing with the INA219 and Teensy 4.0 microcontroller*. Electronics(Switzerland),10(7).
- Momin, M. S. A., Roy, P., Kader, M. M. G., Hasan, M. S., & Islam, S. 2016. *Construction of Digital Water Level Indicator and Automatic Pump Controlling System*. International Journal of Research, 3(12), 1-5.
- Rao, K. R., Srinija, S., Bindu, K. H., & Kumar, D. S. 2018. *IOT based water level and quality monitoring system in overhead tanks*. International Journal of Engineering & Technology, 7(2), 379-383.
- Setyadi, P., & Nurcahyo, S. E. 2017. *Perhitungan Pressure Drop Sistem Plambing Air Bersih Dengan Menggunakan Media Microsoft Excel Sebagai Database Pada Gedung "X" Jakarta Selatan*. Prosiding Semnastek.