

Rancang Bangun Sistem Penyaringan Air Dengan Integrasi Panel Surya Untuk Daerah Lombok Tengah

1st Risyad Maulana

Teknik Komputer

Telkom Univerasity Surabaya

Surabaya, Indonesia

risyadmaulana@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Mohammad Yanuar Hariyawan

Teknik Komputer

Telkom Univerasity Surabaya

Surabaya, Indonesia

myanuar@telkomuniversity.ac.id

3rd Eka Sari Oktarina

Teknik Komputer

Telkom Univerasity Surabaya

Surabaya, Indonesia

ekasario@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Terbatasnya akses terhadap air bersih masih menjadi masalah bagi banyak Masyarakat Indonesia, terutama di daerah terpencil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat filtrasi portable untuk membantu menyediakan air bersih bertenaga surya ke wilayah Lombok Tengah. Alat ini dirancang menggunakan filter keramik, karbon aktif, dan perak koloid untuk menyaring kontaminan dalam air seperti lumpur, logam berat, dan bakteri. Sistem filtrasi akan diotomatiskan menggunakan Arduino Uno yang akan mengatur komponen seperti sensor ketinggian air, pompa, aki, dan panel surya. Panel surya yang digunakan sebesar 80 Watt sebagai sumber energi utama dan baterai 12 volt sebagai daya cadangan saat sinar matahari tidak tersedia. Pengambilan data akan dilakukan terhadap kualitas air serta kinerja alat saat diberikan tekanan saat dalam proses filtrasi. Alat ini diharapkan dapat membantu menyediakan air minum bersih dan berkualitas bagi warga Lombok Tengah.

Kata kunci— Filtrasi Air, Tenaga Surya, Arduino Uno, Air Bersih

I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia yang berperan penting dalam menjaga kesehatan, sanitasi, dan keberlangsungan hidup. Namun, akses terhadap air layak konsumsi masih menjadi tantangan di berbagai daerah, terutama di wilayah pelosok dan daerah yang mengalami kekeringan. Salah satu daerah yang menghadapi permasalahan ini adalah Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), setiap musim kemarau, delapan kecamatan di wilayah ini mengalami krisis air bersih, dan jumlahnya terus meningkat setiap tahun [1].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ketersediaan air bersih, salah satunya melalui pengembangan teknologi filtrasi air. Penelitian sebelumnya telah mengkaji penggunaan mikrokontroler dan sensor pH untuk memantau kualitas air secara otomatis. Selain itu, beberapa penelitian membuktikan bahwa material seperti pasir silika, filter keramik, dan sistem filtrasi berbasis sensor dapat efektif dalam menyaring zat berbahaya dalam air dan meningkatkan kualitasnya hingga layak konsumsi [2][3][4].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem filtrasi air yang lebih efisien dan ramah lingkungan dengan

menggunakan kombinasi filter keramik, perak koloid, dan arang aktif sebagai media penyaring utama. Untuk mendukung operasional alat secara mandiri, sistem ini juga akan dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber energi utama yang disimpan dalam aki, sehingga alat ini dapat berfungsi tanpa bergantung pada listrik konvensional. Selain itu, mikrokontroler akan digunakan untuk mengendalikan sistem secara otomatis, sementara aplikasi Blynk memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas air secara real-time dan memastikan filter masih berfungsi dengan baik.

Melalui penerapan teknologi ini, diharapkan alat filtrasi yang dikembangkan dapat menjadi solusi bagi masyarakat yang mengalami kesulitan mendapatkan air bersih, terutama di daerah Lombok Tengah yang terdampak kekeringan. Dengan sistem yang bekerja secara otomatis, hemat energi, dan mudah digunakan, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan menyediakan akses air bersih yang lebih baik dan berkelanjutan.

II. KAJIAN TEORI

A. Internet Of Things (IoT)

IoT adalah konsep teknologi yang memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan bertukar data melalui internet. Dalam penelitian ini, *IoT* digunakan untuk pemantauan secara real-time yang memberikan informasi langsung mengenai kualitas air, tingkat pH, dan status ketinggian air. adalah konsep teknologi yang

B. Panel Surya

Sebagai sumber daya utama alat [5]. Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi daya maksimal 80 watt dan memiliki dimensi 770mm x 660mm.



GAMBAR 1
(PANEL SURYA)

C. Filter Air

Berfungsi untuk menyaring atau menghilangkan kontaminan dalam air. Media yang digunakan adalah karbon aktif, pasir silika, dan pasir mangan.



GAMBAR 2 (FILTER AIR)

D. Sensor Ketinggian Air

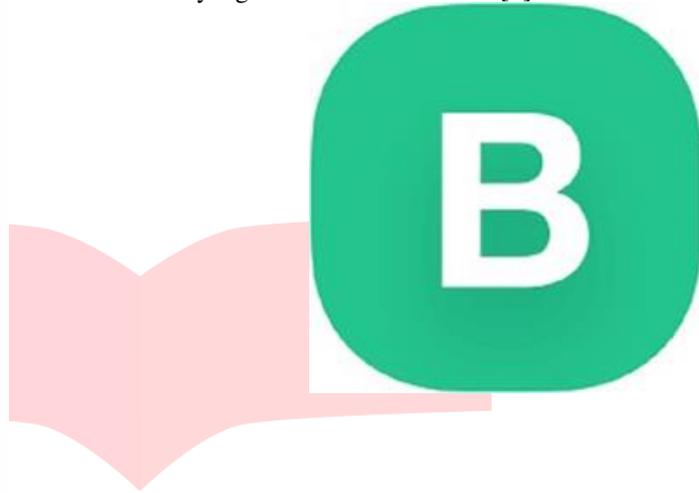
Mendeteksi volume air dalam bak penampung. Sensor yang akan digunakan memiliki spesifikasi tegangan 3v-5v dengan luas area deteksi sebesar 16x40mm dengan suhu kerja optimal dari 10°C sampai 30°C.



GAMBAR 3 (SENSOR KETINGGIAN AIR)

E. Blynk

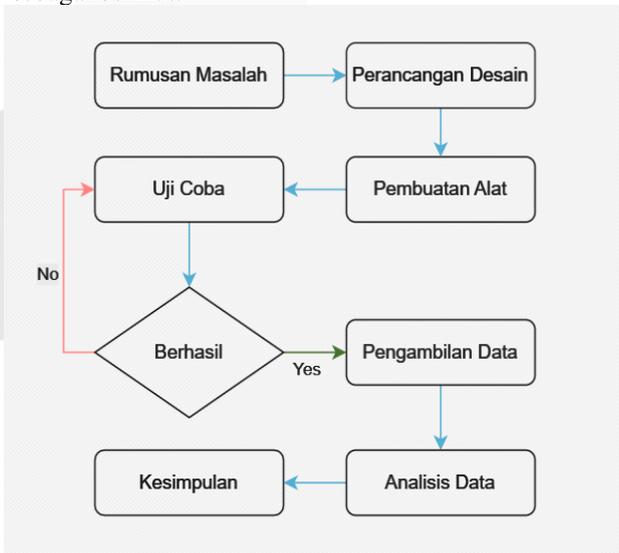
Aplikasi yang digunakan untuk menampilkan data yang dikirim oleh ESP8266 [6].



GAMBAR 4 (BLYNK)

III. METODE

Penyelesaian dalam penelitian ini dilakukan melalui tahapan sistematis yang dirancang untuk mencapai tujuan penelitian. Adapun langkah-langkah yang diambil adalah sebagai berikut:

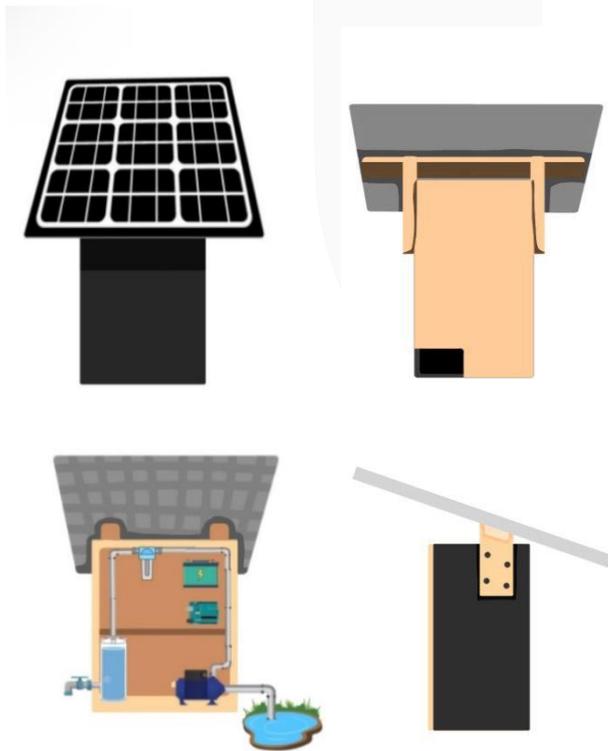


GAMBAR 5 (SISTEMATIKA PENELITIAN)

A. Desain Alat

Dalam upaya menyediakan air bersih bagi Masyarakat, terutama di daerah terpencil, perancangan alat filtrasi ini mengutamakan aspek portabilitas, efisiensi, dan keberlanjutan lingkungan. Perancangan alat filtrasi ini mengutamakan tiga aspek utama yaitu portabilitas, efisiensi, dan keberlanjutan lingkungan. Alat ini dirancang sedemikian rupa agar dapat dengan mudah dipindahkan dari satu Lokasi menuju lokasi lainnya. Dengan demikian alat ini akan sangat cocok untuk digunakan dalam berbagai kondisi dan lingkungan termasuk daerah yang sulit dijangkau.

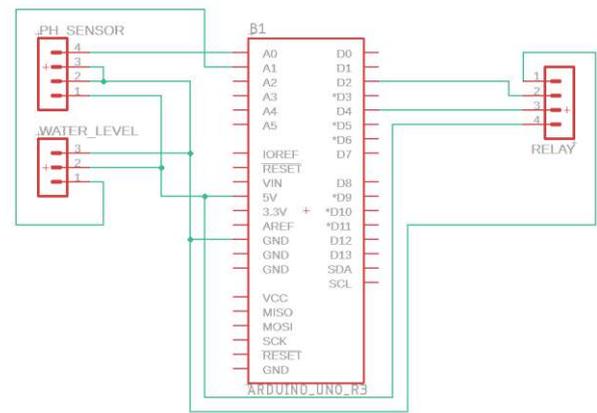
Alat filtrasi air dirancang dengan ukuran total 80cm x 40cm, sehingga memiliki dimensi yang cukup compact dan mudah untuk dipindahkan. Ukuran ini dipilih dengan mempertimbangkan keseimbangan antara portabilitas dan efisiensi kerja. Dengan dimensi yang tidak terlalu besar, alat ini dapat ditempatkan di berbagai lokasi tanpa memakan banyak ruang. Selain itu, struktur yang compact juga memungkinkan alat untuk tetap stabil pada saat dioperasikan.. Desain alat akan ditunjukkan pada gambar 6.



GAMBAR 6
(TAMPAK BELAKANG, TAMPAK DEPAN,
TAMPAK DALAM, TAMPAK SAMPING
DESAIN ALAT)

B. Skematik Kelistrikan

Skematik kelistrikan akan dijelaskan pada gambar dibawah ini dan dibuat menggunakan aplikasi Eagle Autocad. Pembuatan skematik ini akan berpengaruh pada desain PCB nantinya. Skematik ini nantinya akan mengontrol pompa, sensor pH dan sensor ketinggian air, serta mengontrol relay pada alat.



GAMBAR 7
(SKEMATIK KELISTRIKAN ALAT)

Pada rangkaian ini, beberapa pin pada arduino uno/esp8266 digunakan untuk menghubungkan sensor dan modul lainnya. Pin A0 digunakan sebagai input untuk membaca data dari sensor pH, yang mengukur tingkat keasaman air. Pin A1 digunakan untuk menerima sinyal dari sensor water level, yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air dalam wadah. Pin D2 digunakan sebagai output untuk mengontrol modul relay, yang bertugas mengaktifkan atau menonaktifkan pompa berdasarkan data dari sensor water level.

Untuk sumber daya, pin 5V pada arduino digunakan untuk memecahkan tegangan menuju sensor pH, sensor water level dan modul relay, sementara pin GND digunakan sebagai jalur ground bersama untuk semua komponen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas air sebelum dan sesudah dilakukannya proses filtrasi. Data yang dikumpulkan mencakup kadar bakteri E.Coli dan Koliform serta kadar mineral dan logam seperti tembaga dan nitrat. Adapun terdapat pengambilan sampel yang dilakukan pada tanggal 23 Mei 2024 di Danau Biru, Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Sampel air yang diambil sebanyak 5 liter dimana 1,5 liter dari air tersebut akan diserahkan kepada laboratorium untuk diteliti kandungan mineral dan bakterinya, 3,5 liter akan dilakukan proses filtrasi yang nantinya hasil filtrasi tersebut akan diserahkan kepada laboratorium untuk diuji kandungan mineral dan bakterinya. Pengambilan sampel dan pengujian air dilakukan dihari yang sama untuk menghindari ketidaksterilan air. Pengujian air akan memakan waktu 1 hingga 2 minggu sampai hasil uji laboratorium keluar. Setelah hasil uji keluar, penulis akan melakukan uji banding sampel air yang sudah difiltrasi dengan air layak pakai pada umumnya.



GAMBAR 8

(SAMPEL AIR)

A. Hasil Filtrasi

Pengujian dilakukan dengan memberikan sampel sebanyak 1,5 liter untuk menguji total kimia dalam air, dan 500 ml untuk menguji total bakteri. Pengujian untuk bakteri membutuhkan perhatian dalam penanganan air. Wadah dibersihkan menggunakan Klorin Dioksida (ClO₂) digunakan untuk mensterilkan wadah dari bakteri yang menempel pada dinding wadah. Setelah diserahkan kepada BLKPK Kota Mataram, hasil filtrasi dikeluarkan oleh BLKPK Kota Mataram pada tanggal 2 Oktober 2024. Hasil filtrasi ditunjukkan pada tabel 1.

TABEL 1
(HASIL UJI SEBELUM FITRASI)

No	Parameter	Hasil	Satuan	Buku Mutu	Metode
1	Total Coliform	127	CFU/100 ML	0	Alpha 9222.J 2017
2.	Total E. Coli	0	CFU/100 ML	0	Alpha 9222.J 2017
3	Kekeruhan	1,32	NTU	<3	WI-M-K/7.2.31/BLKPK
4	Nitrit	0.006	Mg/l	3	APHA 4500 NO2 B 2017
5.	Nitrat	<0,02	Mg/l	20	WI-M-K/7.2.25/BLKPK
6.	Barium	<0,001	Mg/l	n/a	SNI 6989-82 2018
7.	Boron	0,005	Mg/l	n/a	SNI 6989-82 2018
8.	Tembaga Terlarut	<0,02	Mg/l	n/a	SNI 6989-84 2019

Tabel ini menunjukkan hasil uji parameter kimia dan bakteri pada air sebelum proses filtrasi dilakukan. Analisis yang didapatkan dari data tersebut adalah:

- Total Coliform: 127 CFU/100 mL.
Analisis: Kandungan Coliform jauh di atas standar baku mutu 0 CFU/100 mL. Ini mengindikasikan adanya kontaminasi bakteri yang signifikan dalam air sebelum filtrasi.
- Total E. Coli: 0 CFU/100 mL.
Analisis: Tidak ditemukan bakteri E. Coli sebelum filtrasi, yang merupakan indikasi baik, karena air tersebut bebas dari bakteri patogen E.

Coli.

- Kekeruhan: 1,32 NTU.
Analisis: Air memiliki tingkat kekeruhan di bawah batas maksimum (<3 NTU), tetapi masih menunjukkan adanya partikel tersuspensi yang membuat air keruh.
- Nitrit: <0,005 mg/L.
Analisis: Kadar nitrit sangat rendah dan jauh di bawah batas baku mutu 3 mg/L, menunjukkan bahwa air relatif aman dari senyawa nitrit.
- Nitrat: 5,49 mg/L.
Analisis: Kadar nitrat masih dalam batas aman (di bawah 20 mg/L), tetapi cukup tinggi untuk air yang aman digunakan untuk konsumsi.
- Barium, Boron, Tembaga Terlarut:
Analisis: Semua berada pada kadar yang sangat rendah, di bawah standar yang ditetapkan, yang mengindikasikan air ini tidak mengandung logam berat berbahaya dalam jumlah besar

TABEL 2
(HASIL UJI SETELAH FILTRASI)

No	Parameter	Hasil	Satuan	Buku Mutu	Metode
1	Total Coliform	21	CFU/100 ML	0	Alpha 9222.J 2017
2	Total E. Coli	0	CFU/100 ML	0	Alpha 9222.J 2017
3	Kekeruhan	0,46	NTU	< 3	WI-M-K/7.2.31/B LKPK
4	Nitrit	< 0,005	Mg/l	3	APHA 4500 NO2 B 2017
5	Nitrat	5,49	Mg/l	20	WI-M-K/7.2.25/B LKPK
6	Barium	0,002	Mg/l	n/a	SNI 6989-82 2018
7	Boron	0,045	Mg/l	n/a	SNI 6989-82 2018

Tabel 2 menunjukkan hasil uji air setelah proses filtrasi. Hasilnya akan dibandingkan dengan buku mutu yang sudah ditetapkan, dan dapat dilihat bahwa hasil filtrasi memperlihatkan penurunan pada parameter total coliform, serta beberapa parameter lainnya yang tetap berada pada batas aman sebagai air layak pakai.

TABEL 3
(PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH FILTRASI)

No	Parameter	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	Persentase Pengurangan
1	Total Coliform	127	21	83,46%
2	Kekeruhan	1,32	0,46	65,16%
3	Nitrit	0,006	<0,005	16,67%
4	Nitrat	<0,02	<0,01	<1%
5	Barium	<0,001	<0,002	<1%
6	Boron	0,005	0,045	<1%
7	Tembaga Terlarut	<0,02	<0,02	<1%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa total coliform mengalami penurunan dari 127 CFU/100ML menjadi 21 CFU/100ML, yang berarti terdapat pengurangan sebesar 83,46%. Total E. coli tetap 0 CFU/100ML, menunjukkan bahwa sebelum dan sesudah filtrasi air tidak mengandung bakteri E. coli. Kekeruhan menurun dari 1,32 NTU menjadi 0,46 NTU, dengan tingkat penurunan sebesar 65,15%, menunjukkan efektivitas filtrasi dalam menghilangkan partikel tersuspensi.

Nitrit mengalami sedikit penurunan dari 0,006 Mg/l menjadi <0,005 Mg/l, dengan persentase penurunan 16,67%. Namun, nitrat justru mengalami peningkatan dari <0,02 Mg/l menjadi 5,49 Mg/l, yang memerlukan evaluasi lebih lanjut terhadap kemungkinan adanya pelepasan kandungan nitrat dari media filtrasi. Barium mengalami sedikit peningkatan dari <0,001 Mg/l menjadi 0,002 Mg/l, namun nilainya masih dalam batas yang tidak berbahaya. Boron juga mengalami peningkatan dari 0,005 Mg/l menjadi 0,045 Mg/l, yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan sistem filtrasi lebih lanjut. Tembaga terlarut tetap pada nilai <0,02 Mg/l, tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Dari hasil analisis, sistem filtrasi yang telah dirancang menunjukkan efektivitas dalam mengurangi total coliform dan kekeruhan, yang merupakan indikator utama dalam peningkatan kualitas air bersih. Namun, terdapat beberapa parameter seperti nitrat dan boron yang mengalami peningkatan setelah filtrasi. Hal ini menunjukkan perlunya optimasi lebih lanjut pada media filtrasi yang digunakan agar dapat mengurangi kontaminan tanpa meningkatkan kandungan lain yang tidak diinginkan.



GAMBAR 9
(GRAFIK PERSENTASE PENURUNAN PARAMETER)

B. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui berapa lama alat bertahan jika panel surya tidak mengisi daya aku secara maksimal. Perhitungan ini merupakan perhitungan kasar untuk mendapatkan hasil yang mungkin akan terjadi pada dunia nyata. Total daya akan ditunjukkan pada tabel 4.

TABEL 4
(TOTAL DAYA ALAT)

Komponen/Parameter	Spesifikasi
Kapasitas Aki	12v 10Ah (120Wh)
Panel Surya	80 Watt
Konsumsi daya total	36 Watt
Volume air Harian yang akan dipompa	20 liter
Kapasitas Bak Penampung	14 liter
Siklus Pompa Harian	4 kali
Konsumsi daya perhari	154 Watt (6,416 Wh)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa total daya alat per harinya adalah 154 Watt per hari, ini dapat didapatkan dari menghitung total daya dari alat yaitu 36 Watt, 30 Watt tersebut berasal dari pompa, dan 6 Watt berasal dari komponen lainnya. Pompa hanya digunakan sebanyak 4 siklus untuk mendapatkan target 20 liter air/hari dan untuk komponen arduino akan berjalan selama 24 jam. Setelah mengetahui siklus kerja alat dapat digunakan rumus sederhana seperti berikut:

$$\text{Konsumsi Arduino} \times 24 + \text{konsumsi pompa} = 6 \times 24 + 30 = 154 \text{ Watt}$$

Total daya perharinya melebihi dari total kapasitas aki yang akan digunakan oleh karena itu panel surya dibutuhkan untuk mengisi daya aki tersebut agar aki digunakan saat keadaan malam atau mendung. Dari tabel dapat dihitung berapa lama aki akan bertahan jika tidak ada pengisian dari panel surya. Perhitungan dapat

menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Konsumsi Daya Harian}} = \frac{120 \text{ Wh}}{6,416 \text{ Wh}} = 18.7 \text{ Jam}$$

Kapasitas aki diketahui adalah 18,7 jam atau sekitar 18 jam 42 menit untuk memberikan daya kepada alat jika kondisi di dunia nyata sedang kurang memadai. Setelah mengetahui berapa lama aki akan bertahan tanpa pengisian daya, penulis menghitung daya yang dihasilkan oleh panel surya per hari untuk mengetahui berapa lama aki akan bertahan jika keadaan kurang efektif untuk panel surya mengisi daya aki. Untuk itu akan digunakan perhitungan sebagai berikut:

Kapasitas aki: 12V 10Ah (120Wh)

Kapasitas maksimal panel surya: 80 Watt

Penulis menggunakan asumsi jika efisiensi panel surya 80% dari total daya panel surya maka akan didapat daya sebesar 64 Watt. Dapat disimpulkan bahwa waktu pengisian secara teoritis aki adalah.

$$\frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Daya Pengisian Efektif}} = \frac{120 \text{ Wh}}{64 \text{ Wh}} = 1,875 \text{ Jam}$$

Pengisian aki membutuhkan waktu 1,875 jam atau sekitar 1 jam 53 menit untuk mengisi daya aki secara penuh. Oleh karena itu meskipun aki tidak dapat memberi daya terus menerus selama sehari tanpa diisi oleh panel surya, tetapi bisa dianggap cukup untuk mengatasi masalah jika kondisi kurang efektif untuk panel surya mengisi daya menuju aki.

C. Analisis Hasil

Analisis hasil uji coba alat filtrasi air menunjukkan keberhasilan dalam meningkatkan kualitas air pada danau biru, sesuai standar yang ditetapkan oleh WHO.

Efektivitas alat dalam menyaring kontaminan seperti logam dan bakteri menjadi titik fokus dalam analisis ini. Hasil menunjukkan bahwa alat mampu mengurangi kadar logam berbahaya dan bakteri hingga mencapai nilai yang aman untuk digunakan sehari-hari yang merupakan tujuan utama dari sistem filtrasi ini.

Selain itu, efisiensi energi dari alat juga akan dievaluasi, dengan fokus pada penggunaan panel surya sebagai sumber energi utama. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan panel surya sangat efektif dalam mengurangi ketergantungan pada sumber listrik eksternal, membuat alat ini sangat cocok untuk digunakan pada daerah terpencil.

V. Kesimpulan

Penelitian ini merancang alat Filtrasi air dengan menggunakan panel surya, yang dikembangkan menggunakan tenaga panel surya untuk mengurangi penggunaan listrik, sensor ketinggian air, sensor pH, dan Internet of Things. Hasil penelitian ini menunjukkan bagaimana kinerja alat dalam mengfilter air sungai menjadi air yang layak digunakan dalam sehari-hari. Sensor pH yang memberikan informasi bagaimana kadar pH dalam air dengan tingkat akurasi hingga 90% dan juga dapat memberikan informasi mengenai bagaimana kondisi filter air pada alat tersebut. Sensor ketinggian air bekerja dengan baik dalam mendeteksi air pada tingkat yang sudah ditentukan tetapi dengan respon yang sedikit lambat

dalam segi kecepatan mendeteksi air tersebut. Dan panel surya yang bekerja dengan baik dalam memberikan daya konstan menuju aki yang sudah sesuai dengan spesifikasi dari panel surya tersebut. Meskipun dengan keadaan yang kurang kondusif panel surya masih dapat memberikan suplai daya menuju aki agar alat dapat berjalan dalam keadaan yang sangat tidak kondusif.

Dengan hasil uji laboratorium dikatakan alat berhasil untuk mengfilter kandungan kimia berbahaya seperti nitrit dan nitrat dan dapat mengurangi kekeruhan dalam air secara signifikan dari 1,32 NTU menjadi 0,46 NTU, yang berada dibawah batas maksimal yang diizinkan oleh WHO. Selain itu, kandungan logam pada air juga menurun meskipun tidak signifikan tetapi tetap berada pada batas aman. Namun, meskipun terjadi penurunan yang signifikan pada kadar total coliform dari 127 CFU/100 mL menjadi 21 CFU/100 mL, alat ini belum sepenuhnya memenuhi standar WHO maupun nasional yang mengharuskan air dengan syarat maksimal 1 CFU/100 mL.

Dengan integrasi Internet of Things juga berfungsi dengan baik. ESP8266 pada arduino terhubung dengan baik dengan Wi-fi dan server Blynk. Aplikasi Blynk pada iOS bekerja dengan baik dan dapat menampilkan bagaimana kadar pH dalam air dan dapat mencatat kadar pH pada saat awal penggunaan sampai pada saat kualitas filter mulai menurun. Hal ini menunjukkan bahwa alat dapat memberikan informasi secara real-time kepada pengguna dengan bantuan koneksi internet.

REFERENSI

- [1] Ridwan Ma'ruf, "Dampak Kekeringan di Lombok Tengah Meluas, BPBD: Dari 6 Kecamatan jadi 8 Kecamatan." Accessed: Nov. 25, 2023. [Online]. Available: <https://news.republika.co.id/berita/s2ms1a425/dampak-kekeringan-di-lombok-tengah-meluas-bpbd-dari-6-kecamatan-jadi-8-kecamatan>
- [2] A. Petrus Manurung, E. Kurniawan, and I. P. Pangaribuan, "PERANCANGAN SISTEM KENDALI KERAN PADA PENYARINGAN AIR SUMUR DI SUKABIRUS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER DAN ANDORID DESIGN OF VALVE CONTROL SYSTEM ON WELL WATER FILTERING IN SUKABIRUS USING MIKROKONTROLER AND ANDROID."
- [3] C. Rangga Permadi, S. Sumaryo, and F. Budiman, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI FILTER AIR OTOMATIS DENGAN PENGUKURAN KEKERUHAN DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC WATER FILTERS WITH TURBIDITY MEASUREMENT."
- [4] J. Ilmu Kesehatan, A. Ade Ula Saswini, M. Syafri, dan Kesehatan Tri Tunas Makassar, P. Studi Teknik Keselamatan Institut Teknologi dan Kesehatan Tri Tunas

Makassar, and P. Studi Ilmu Keperawatan Stikes Amanah Makassar, "Barongko Jurnal Ilmu Kesehatan Studi Penggunaan Media Filtrasi Pasir Silika, Manganese, Dan Arang Aktif Untuk Menurunkan Parameter Pencemaran TDS, Mangan, Nitrat (NO₂) dan MPN Coliform Terhadap Kuliatas Air Sumur Gali di Kelurahan Patingalloang, Kecamatan Ujung Tanah,

- [5] Kota Makassar Tahun 2023," 2023.
PT. Java Surya Teknik, "Panel Surya ." Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.sanspower.com/pengertian-dan-cara-kerja-panel-surya.html>
- [6] blynk.io, "Blynk." Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://blynk.io/>

