

Sistem Monitoring dan Kontrol Penjernih *Greywater* Bertenaga Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)

^{1*} Hanifah Nur Kumala Ningrum, ² Raden Jasa Kusumo Haryo, ³ Ryan Wicaksono ⁴ Yudhi Rizstu Nurcahyanto ⁵ Kaisar Bintang Putra

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun
¹hanifah_nkn@pnm.ac.id ²jasa@pnm.ac.id ³ryanwicak@pnm.ac.id

Article Info

Article history:

Received 17 October 2025
Revised 13 November 2025
Accepted 29 November 2025

Keyword:

Greywater purifiers
Photovoltaics
Internet of Things

ABSTRACT

Water pollution due to human activities causes high levels of household wastewater called greywater. To reduce the impact of water pollution from greywater, wastewater needs to be processed to be safer for the environment. By utilizing technology and independent energy sources from Photovoltaics, a system was created that can purify wastewater and can be controlled and monitored using the Internet of Things. The research entitled "Monitoring and Control System for Photovoltaic Powered Greywater Purifiers Based on the Internet of Things (IoT)" aims to monitor and control water to obtain processed wastewater that produces cleaner water quality. This system can monitor battery charging for pump sources on filters in real time using IoT integrated with an Android application. The way this tool works is by utilizing the ESP8266 nodeMCU as a communication intermediary, Arduino as the tool control center, relays for control, voltage sensors to detect battery and pump voltage, ACS712 sensors to detect charging and pump currents, turbidity and pH sensors to detect water conditions. The results of this research are that the system can monitor water conditions, voltage, and pump current when filtering while controlling the pump based on water conditions, as well as monitoring the charging voltage and current from the PV to the battery.

Copyright © 2025 Nucleus Journal
All rights reserved.

DOI: <https://doi.org/10.32492/nucleus.v4i2.4202>

Corresponding Author:

Hanifah Nur Kumala Ningrum
Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun,
Kota Madiun
Email: hanifah_nkn@pnm.ac.id

Abstrak—Pencemaran air akibat aktivitas manusia, menyebabkan tingginya limbah air rumah tangga. Untuk mengurangi dampak pencemaran air limbah rumah tangga maka perlu pengolahan limbah agar limbah yang dihasilkan lebih aman untuk lingkungan. Oleh karena itu dengan memanfaatkan teknologi dan sumber energi mandiri dari *Photovoltaic* maka dibuat sistem yang dapat menjernihkan air limbah serta data dikontrol dan di monitoring dengan memanfaatkan Internet of Things. Penelitian yang berjudul "Sistem Monitoring dan Kontrol Penjernih Air Limbah Rumah Tangga Bertenaga *Photovoltaic* Berbasis *Internet of Things (IoT)*" bertujuan untuk monitoring dan kontrol air untuk mendapat hasil olahan limbah yang menghasilkan kualitas air yang lebih bersih. Sistem ini dapat memonitoring *charging* baterai untuk sumber pompa pada filter secara *real time* menggunakan *IoT* yang terintegrasi dengan aplikasi android. Cara kerja alat ini dengan

memanfaatkan nodeMCU ESP8266 sebagai perantara komunikasi, arduino sebagai pusat pengendali alat, relay untuk kontrol, sensor tegangan untuk mendeteksi tegangan baterai dan pompa, sensor ACS712 untuk mendeteksi arus *charging* dan pompa, sensor *turbidity* dan pH untuk mendeteksi kondisi air. Hasil dari penelitian ini adalah sistem dapat memonitoring kondisi air, tegangan dan arus pompa saat *filter* sekaligus mengontrol pompa berdasarkan kondisi air, serta memonitoring tegangan dan arus *charging* dari PV ke baterai.

I. Pendahuluan

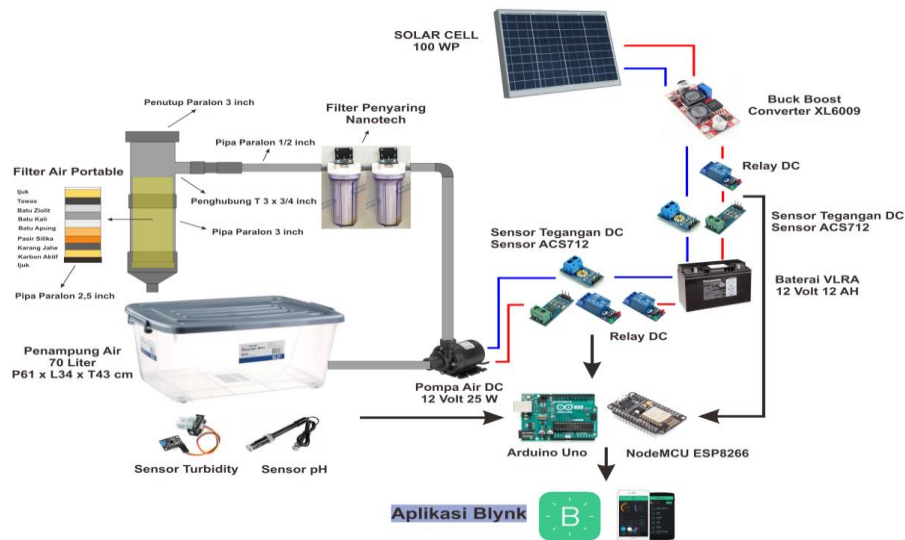
Aktivitas manusia menghasilkan limbah rumah tangga yang dapat menyebabkan pencemaran air. Beberapa polutan air yang sering ditemukan dalam limbah air rumah tangga disebut dengan *Greywater*. *Greywater* adalah air limbah rumah tangga yang tidak mengandung tinja dan urin dan berasal dari kegiatan masak di dapur, cuci pakaian, mandi, cuci peralatan makan, peralatan masak, cuci bahan makanan[1][2]. Selama ini *grey water* dialirkan ke saluran *drainase* permukiman yang menyebabkan adanya masalah Kesehatan dan masalah estetika[3]. Untuk mengurangi dampak pencemaran dari air limbah rumah tangga tersebut, maka kita dapat mengolah air limbah menjadi air yang lebih aman untuk dibuang di saluran *drainase*[4].

Salah satu sistem pengolahan air limbah adalah penyaringan air limbah menggunakan berbagai bahan seperti ijuk, karbon aktif, kerikil, arang, zeolit dan pasir. Sistem tersebut dianggap cukup efektif karena bahan-bahan anorganik yang digunakan rata-rata memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar bahan pencemar di dalam air limbah [4]. Untuk mendapatkan hasil kualitas air bersih, diperlukan beberapa kali pengelolaan pada penyaringannya. Sistem pengolahan limbah air rumah tangga data digunakan dengan menyaring air limbah, dengan tingkat kekeruhan antara 5-25 NTU dan pH 6,9 – 9 (PERMENKES RI No.416 Th.1990)[4].

Berdasarkan latar belakang dan beberapa referensi, maka dibuat alat penjernih limbah rumah tangga “Sistem Monitoring dan Kontrol Penjernih Air Limbah Rumah Tangga Bertenaga Photovoltaic Berbasis *Internet of Things (IoT)*” . Sistem ini dibuat agar dapat memonitoring air limbah filterisasi dengan kekeruhan 5-25 NTU dan pH 6,5 – 9 (sesuai kriteria air bersih) .Adanya kontrol terhadap pompa air untuk mendapatkan hasil filterisasi yang sesuai, serta sistem monitoring untuk penggunaan baterai, kontrol *charging* baterai pada alat filterisasi air limbah rumah tangga secara real time menggunakan teknologi IoT yang terintegrasi dengan aplikasi android. Alat ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengelola air limbah rumah tangga dan memantau kondisi hasil pengelolaan air limbah dengan mudah, serta memanfaatkan energi listrik terbarukan dari photovoltaic yang lebih ramah lingkungan[5][6][7][8].

A. Metodologi

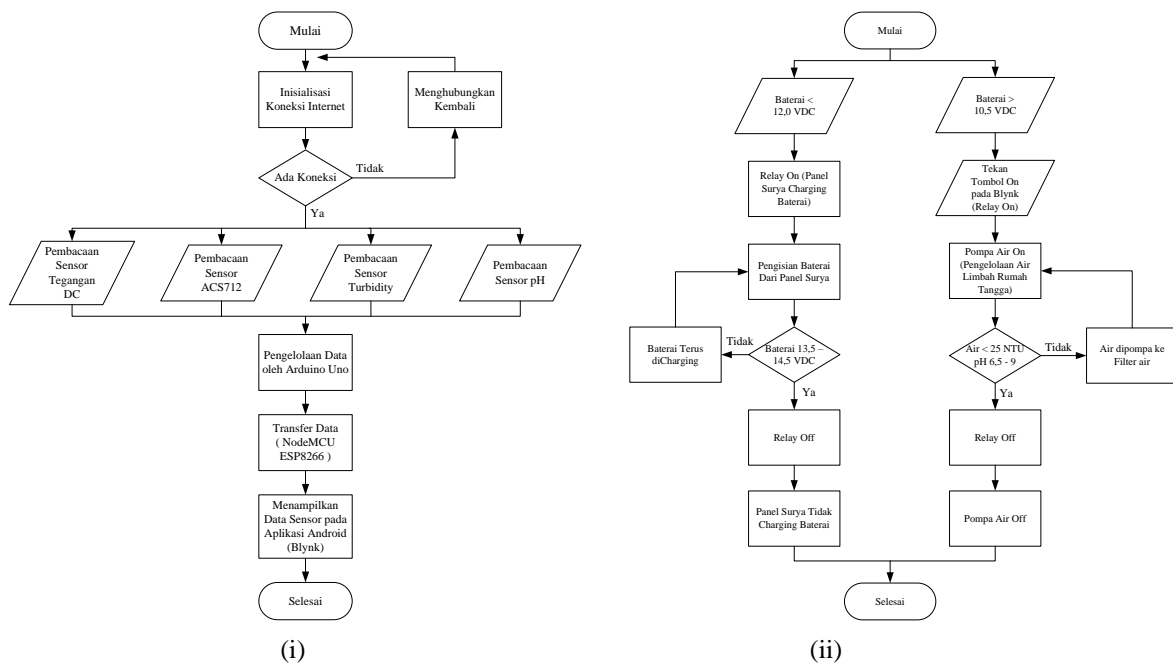
Cara Kerja dari sistem monitoring dan kontrol penjernih air limbah rumah tangga ini, dimulai dari pembacaan data sensor Tegangan DC dan sensor arus ACS12 untuk mendeteksi arus dan tegangan pada proses *charging* dan penggunaan baterai. Sensor *turbidity* dipasang untuk mendeteksi kekeruhan air dan sensor pH untuk mendeteksi nilai pH dari *grey water* yang sudah difilterisasi. Sistem kontrol menggunakan module relay DC 5V untuk menghubungkan dan memutus aliran listrik pada pompa air, dan pengisian baterai. Relay DC pertama juga digunakan sebagai kontrol *push button* pada aplikasi *Blynk* untuk menghidupkan pompa air saat akan melakukan filterisasi air. Rrelay DC kedua untuk memutus/mematikan pompa air secara otomatis ketika air hasil filterisasi telah memenuhi standar PH dan kekeruhan yang diijinkan. Relay DC 5V ketiga untuk menghubungkan dan memutus aliran listrik pada pengisian *charging* baterai secara otomatis menggunakan arduino sebagai kontrolnya. Nilai hasil pembacaan sensor dibaca oleh arduino dan dikirim pada nodeMCU ESP8266, kemudian dikirim pada server *Blynk* melalui ESP8266. Aplikasi *Blynk* pada android berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor. Selain itu, juga berfungsi sebagai antarmuka untuk relay DC 5 V pada pompa air DC . Berikut adalah skema alat Sistem Monitoring dan Kontrol Penjernih Air Limbah Rumah Tangga Bertenaga Solar Cell Berbasis *Internet of Things (IoT)*.



Gambar 1. Skema Alat Monitoring dan Kontrol Penjernih Air Limbah

B. Flowchart Alat

Flowchart pada alat ini dibagi menjadi dua yaitu flowchart monitoring sistem dan flowchart kontrol sistem. Berikut merupakan flowchart yang menjelaskan tentang cara kerja sistem monitoring dan kontrol pada alat ini :



Gambar 2. Flowchart Alat (i) sistem monitoring dan (ii) sistem kontrol.

Untuk memahami alur dari setiap proses dari flowchart pada gambar 2 (i) maka terdapat rincian serta penjelasan untuk setiap proses dari sistem yaitu sebagai berikut :

1. Sistem dimulai dari inisialisasi koneksi internet.
2. Jika terdapat koneksi internet maka akan dilanjutkan ke bagian pembacaan nilai arus, tegangan baterai saat *charging*; arus dan tegangan baterai saat digunakan untuk mensuplai pompa air DC, kemudian nilai kekeruhan dan pH *grey water* saat proses filtrasi.
3. Pengolahan data sensor oleh *arduino uno*.
4. Kemudian data sensor dikirim ke NodeMCU ESP8266

5. Proses berikutnya adalah pengiriman data sensor menggunakan modul wifi ESP8266 (Nodemcu ESP8266) ke aplikasi *Blynk*.

6. Proses terakhir menampilkan nilai arus, tegangan, kekeruhan, dan pH pada aplikasi *Blynk*.

Untuk memahami alur dari setiap proses dari flowchart pada gambar 2(ii). maka terdapat rincian serta penjelasan untuk setiap proses dari sistem yaitu sebagai berikut :

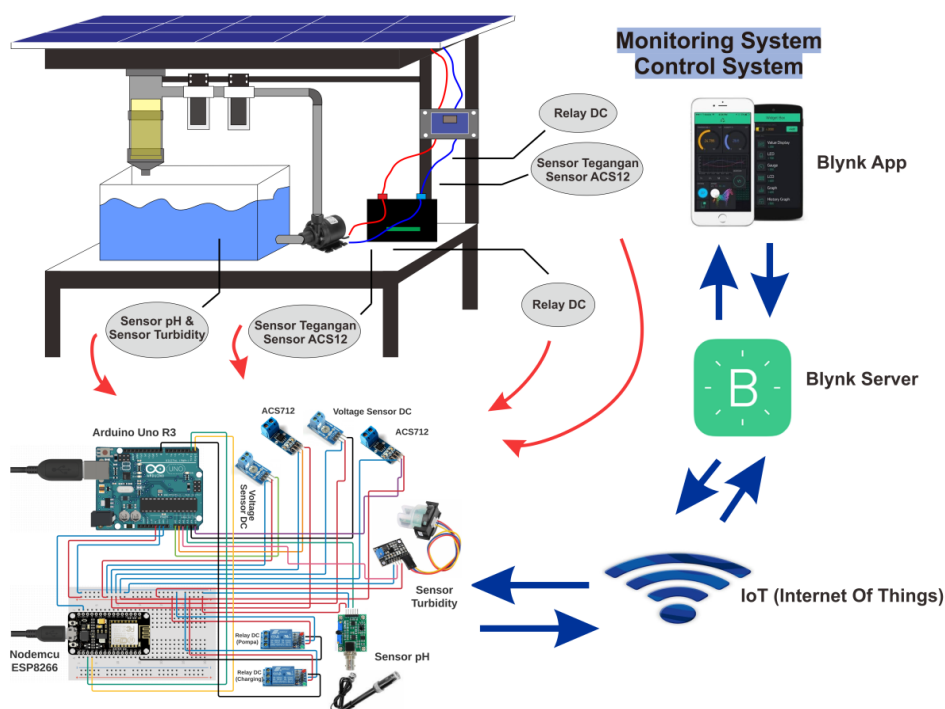
1. Pertama mulai kontrol pompa air DC. Ketika *grey water* dimasukkan pada wadah penampung untuk diolah pada filternya, tekan tombol ON pada tombol *switch* di *aplikasi Blynk*, maka relay DC akan aktif dan pompa air DC akan hidup sehingga memompa air limbah rumah tangga ke filternya.
2. Ketika nilai kekeruhan mencapai < 25 NTU, dan pH mencapai 9,0 pada hasil monitoring di *aplikasi Blynk*, maka relay DC tidak aktif dan pompa air akan mati.
3. Kontrol *charging* baterai, sensor tegangan pada baterai membaca nilai tegangan baterai, ketika nilai tegangan kurang dari 12 Volt DC, maka arduino mengolah data untuk mengaktifkan relay DC sehingga panel surya akan mengisi daya baterai. Ketika baterai mencapai 14,5 volt DC, maka arduino mengolah data untuk menonaktifkan relay DC sehingga panel surya berhenti mengisi daya baterai.

C. Perencanaan Hardware

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perancangan hardware atau perangkat keras yang akan digunakan pada pembuatan alat. Desain alat kontrol dan monitoring penjernih *grey water* bertenaga PV dengan IoT diilustrasikan pada gambar 3.

1. Rangkaian Sensor Tegangan DC dan ACS712 pada *Charging* Baterai

Membutuhkan 1 sensor tegangan DC dan 1 sensor ACS712 (5A) untuk memonitoring tegangan dan arus pada proses *charging* baterai. Sensor tegangan DC dan ACS712 mempunyai 3 pin yaitu Vcc (+), out (s), dan ground (-). Untuk pemasangan sensor tegangan DC dan ACS712 pada Arduino yaitu pin Vcc dihubungkan ke 5V arduino, pin ground dihubungkan ke port ground pada Arduino dan pin out dihubungkan ke port analog pada arduino. Rangkaian sensor tegangan DC dan ACS712 dapat dilihat pada gambar 4.

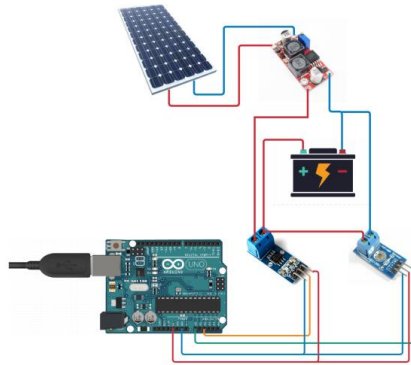


Gambar 3. Desain Alat Kontrol dan Monitoring Penjernih Air Bertenaga PV

2. Rangkaian Sensor Tegangan DC dan ACS712 pada Pompa Air

Membutuhkan 1 sensor tegangan DC dan 1 sensor ACS712 (5A) untuk memonitoring tegangan dan arus pada pompa air DC ketika digunakan untuk mengalirkan *grey water* ke water treatment. Sensor tegangan DC

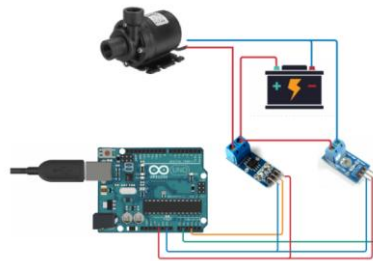
dan ACS712 mempunyai 3 pin yaitu Vcc (+), out (s), dan ground (-). Untuk pemasangan sensor tegangan DC dan ACS712 pada Arduino yaitu pin Vcc dihubungkan ke 5V arduino, pin ground dihubungkan ke port ground pada Arduino dan pin out dihubungkan ke port analog pada arduino. Rangkaian sensor tegangan DC dan ACS712 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Pada Charging Baterai

3. Rangkaian Sensor Tegangan DC dan ACS712 pada Pompa Air

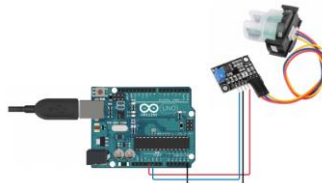
Membutuhkan 1 sensor tegangan DC dan 1 sensor ACS712 (5A) untuk memonitoring tegangan dan arus pada pompa air DC ketika digunakan untuk mengalirkan air ke water treatment. Sensor tegangan DC dan ACS712 mempunyai 3 pin yaitu Vcc (+), out (s), dan ground (-). Untuk pemasangan sensor tegangan DC dan ACS712 pada Arduino yaitu pin vcc dihubungkan ke 5V arduino, pin ground dihubungkan ke port ground pada Arduino dan pin out dihubungkan ke port analog pada arduino. Rangkaian sensor tegangan DC dan ACS712 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Pada Pompa Air

4. Rangkaian Sensor *Turbidity*

Membutuhkan sensor turbidity yaitu sensor *turbidity* untuk mendeteksi kekeruhan air limbah air rumah tangga (Grey Water). Sensor *turbidity* mempunyai 8 pin, tetapi yang digunakan hanya 6 pin yaitu Vcc, gnd, A out, sensor + (1), sensor 0 (2) dan sensor - (3). Untuk pemasangan Sensor *Turbidity* pada Arduino yaitu pin Vcc dihubungkan ke 5V arduino, pin ground dihubungkan ke port ground pada Arduino, pin analog output (Aout) dihubungkan ke port analog pada arduino dan pin sensor + (1), sensor 0 (2) dan sensor - (3) dihubungkan ke probe sensor turbidity. Rangkaian sensor *turbidity* dapat dilihat pada gambar 6.



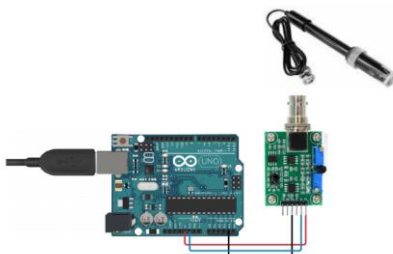
Gambar 6. Rangkaian Sensor *Turbidity*

5. Rangkaian Sensor pH

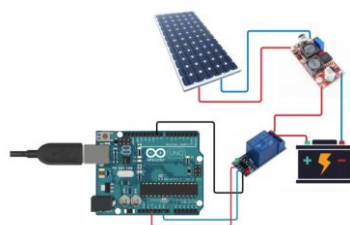
Membutuhkan sensor pH yaitu sensor pH untuk mendeteksi nilai pH air limbah air rumah tangga (Grey Water). Sensor pH mempunyai 6 pin, tetapi yang digunakan hanya 3 pin yaitu v+, G dan Pout. Untuk pemasangan Sensor pH pada Arduino yaitu pin v+ dihubungkan ke 5V arduino, pin G dihubungkan ke port ground pada Arduino, dan pin analog output (Pout) dihubungkan ke port analog pada arduino. Rangkaian sensor turbidity dapat dilihat pada gambar 7.

6. Rangkaian Kontrol *Charging* Baterai

Menggunakan single relay module untuk mengontrol ON/OFF dari pengisian baterai. Untuk pemasangan Pin VCC pada relay dihubungkan dengan port 3,3V pada arduino, pin GND dihubungkan dengan port ground arduino, dan pin IN pada relay dihubungkan dengan port D9 pada arduino. Untuk pemasangan pin COM relay dihubungkan dengan fasa V_{out+} Buck Boost Converter, pin NC relay dihubungkan dengan fasa baterai, kemudian netral V_{out-} dihubungkan dengan netral baterai. Pemasangan rangkaian kontrol dapat dilihat pada gambar 8.



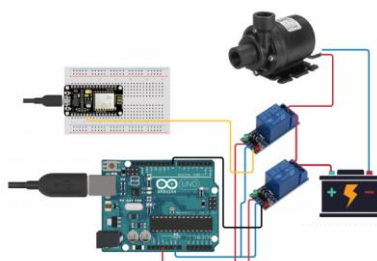
Gambar 7. Rangkaian Sensor pH



Gambar 8. Rangkaian Kontrol *Charging* Baterai

7. Rangkaian Kontrol Pompa Air DC

Menggunakan 2 single relay module untuk mengontrol ON/OFF dari pompa air dc. Untuk pemasangan Pin VCC pada relay dihubungkan dengan port 3,3V pada arduino, pin GND dihubungkan dengan port ground arduino, dan pin IN pada relay pertama dihubungkan dengan port D7 pada nodeMCU esp8266, kemudian pin IN pada relay kedua dihubungkan dengan port D8 pada arduino. Untuk pemasangan pin COM relay pertama dihubungkan dengan fasa Baterai, pin NO relay pertama dihubungkan dengan pin COM relay kedua, dan pin NC relay kedua dihubungkan dengan fasa pompa air dc, kemudian netral baterai dihubungkan dengan netral pompa air dc. Pemasangan rangkaian kontrol dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 9. Rangkaian Kontrol Pompa Air DC

II. Hasil dan Pembahasan

A. Tujuan Pengujian Alat

Sistem Pengujian sistem berguna untuk mengetahui bagaimana kinerja dan tingkat keberhasilan dari sistem tersebut.

1. Untuk mengetahui perancangan sistem yang telah dibuat sudah bekerja dengan baik.
2. Untuk mengetahui permasalahan, kekurangan, kesalahan dari sistem yang telah dibuat. Sehingga apabila timbul permasalahan pada sistem dapat segera diperbaiki.

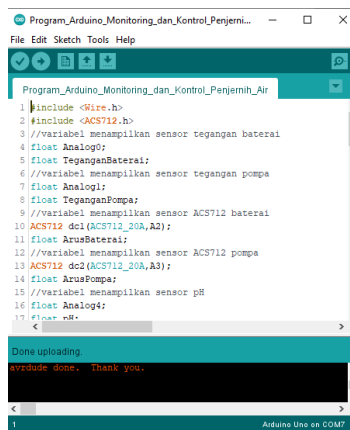
3. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang dibuat.

B. Tahap Pengujian

Tahap dari pengujian alat dimulai dengan menguji masing-masing bagian secara terpisah. Kemudian hasil dari pengujian digunakan sebagai perbandingan antara rangkaian alat yang sudah dibuat dengan perencanaan sebelumnya. Sehingga tujuan dari pengujian alat ini tercapai.

1. Pengujian Board Arduino Uno

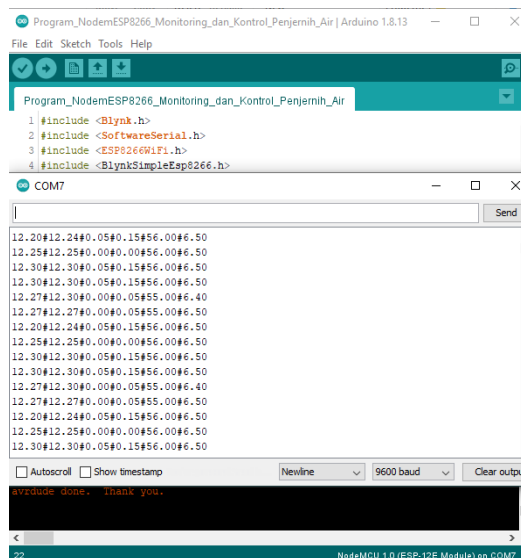
Unggah program yang sudah di-compile ke board Arduino Uno. Ketika muncul pemberitahuan *done uploading* berarti program tersebut sudah berhasil di-*upload* ke board Arduino. Pemberitahuan *done uploading* dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Program Berhasil Uploading

2. Pengujian NodeMCU ESP8266

Pengujian NodeMCU ESP8266 bertujuan untuk mengetahui bahwa NodeMCU ESP8266 dapat tersambung atau berkomunikasi dengan wifi dan aplikasi android serta mengecek nilai sensor yang terbaca melalui serial komunikasi antara Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266 melalui serial monitor arduino ide.



Gambar 11. Pengujian NodeMCU ESP8266

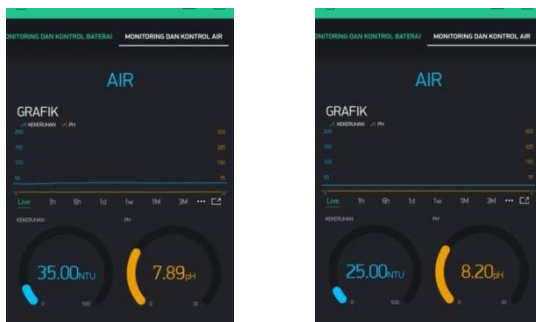
Setelah done uploading, buka serial monitor. Jika ada nilai yang muncul pada serial monitor maka modul wifi NodeMCU ESP8266, maka nilai sensor berhasil dikirim dari Arduino Uno melalui serial komunikasi dan modul wifi NodeMCU ESP8266 dapat digunakan untuk mentransfer data ke server *Blynk*. Rangkaian pengujian modul wifi NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar 15.

3. Pengujian Monitoring Sensor Turbidity Dan pH Air Saat Filter Air

Pengujian monitoring sensor turbidity dan sensor pH bertujuan untuk mengetahui nilai turbidity (kekeruhan) dan pH air saat sebelum dilakukan filter dan sesudah dilakukan filter.



Gambar 12. Pengujian Monitoring Sensor Turbidty Dan pH Saat Filter Air



Gambar 13. Tampilan Monitoring Turbidity Dan pH Air Pada *Blynk*

Tabel 1. Hasil data pengujian monitoring sensor turbidity dan pH saat filter air

Turbidity			
Time (menit)	Data Sensor Turbidity (NTU)		
0	35		
1	30		
10	26		
30	27		
49	25		
pH			
Time (menit)	Data pH Meter	Data Sensor pH	Error (%)
0	7,9	7,89	0,13
1	8,1	8,03	0,86
10	8,1	8,13	0,37
30	8,1	8,13	0,37
49	8,2	8,20	0
Rata – rata error			0,346

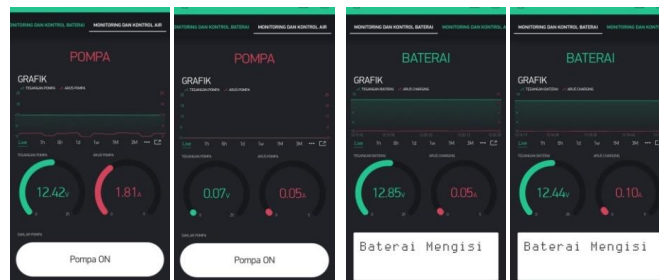
Dari tabel 1. dapat disimpulkan bahwa kekeruhan air yang difilter akan menjadi bersih dengan waktu selama 49 menit dengan nilai kekeruhan dari 35 NTU menjadi 25 NTU, dan pH air berubah dari nilai 7,89 pH menjadi 8,20 pH, lalu pembacaan sensor pH dapat bekerja dengan baik dan sesuai

dengan perencanaan alat, dilihat dari hasil pengukuran pH meter dengan sensor pH yang terbilang stabil dengan rata-rata error 0,346 %.

4. Pengujian Monitoring Sensor Tegangan dan Arus ACS712 Pada Pompa dan Baterai Saat Filtrasi Air
 Pengujian monitoring sensor tegangan DC dan sensor arus ACS712 bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi tegangan dan arus pompa pada proses filter air, serta mengetahui keadaan tegangan baterai saat digunakan filter air.



Gambar 14. Pengujian Dan Pengukuran Sensor Tegangan, ACS712 Pada Pompa Dan Baterai Saat Filter Air.



Gambar 15. Tampilan Tegangan, Arus Pompa Dan Baterai Pada *Blynk* Saat Filter Air

Tabel 2. Hasil pengujian monitoring sensor tegangan DC dan arus ACS712 pada pompa & baterai saat filter air

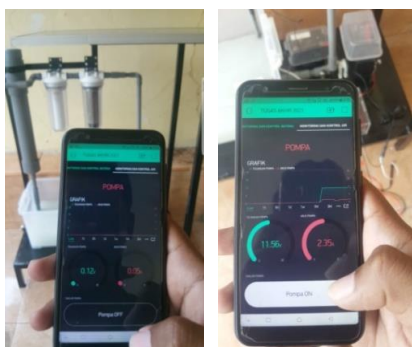
Tegangan Baterai			
Waktu (Menit)	Data Avometer (V)	Data Sensor (V)	Error (%)
0	12,85	12,85	0
1	12,52	12,38	1,12
10	12,44	12,32	0,96
30	12,32	12,20	0,97
49	12,54	12,44	0,79
Rata –rata error			0,77
Tegangan Pompa			
Waktu (Menit)	Data Avometer (V)	Data Sensor (V)	Error (%)
0	0	0,10	0,1
1	12,09	12,42	2,72
10	12,06	12,49	3,56

30	11,87	12,33	3,87
49	0	0,07	0,07
Rata – rata error			2,064
Arus Pompa			
Waktu (Menit)	Data Avometer (A)	Data sensor (A)	Error (%)
0	0	-0,29	0,29
1	1,56	1,81	16,02
10	1,55	1,56	0,64
30	1,51	1,81	19,86
49	0	0,05	0,05
Rata – rata error			7,372

Dari hasil tabel 2 di atas didapat tegangan dan arus pompa yang dihasilkan untuk memfilter air dengan waktu selama 49 menit didapat nilai tegangan pompa yang menurun dari tegangan 12,42V menjadi 12,33V dan arus pompa yang relatif stabil di 1,81A dari menit 0 sampai 49. Kemudian tegangan yang dihasilkan baterai saat digunakan untuk menyalakan pompa filter air selama 49 menit dari 12,85V menjadi 12,44V. Pada menit ke-49 saat kekeruhan dan pH sudah mencapai *set point*, nilai tegangan dan arus pompa didapat 0,07 V dan 0,05 A (kondisi pompa tidak menyala) . Kemudian pembacaan sensor tegangan DC dan arus ACS712 ada selisih dengan alat ukur avometer dengan error rata-rata sebesar 7,372% . Alat ini bekerja dengan cukup baik dengan *error* pengukuran sebesar 0,77 %, 2,064 % dan 7,372 %.

5. Pengujian Kontrol Pompa Saat Filter Air

Pengujian sistem kontrol bertujuan untuk mengetahui bahwa alat dapat melakukan kontrol pompa filter air secara manual dan otomatis. Kontrol manual menggunakan widget button pada *Blynk* untuk memberikan perintah kepada relay untuk menghidupkan (ON) pompa ketika ingin melakukan filter air. Kontrol otomatis menggunakan sensor yang menjadi tolak ukur pada sistem kontrol otomatis ini adalah sensor turbidity dan pH. Ketika air filter mencapai *set point* kekeruhan 25 NTU dan pH 6,5 – 9 yang dideteksi oleh sensor Turbidity dan sensor pH, maka relay akan memberikan perintah kepada pompa untuk me-OFF kan pompa secara otomatis.



Gambar 16. Tampilan Kontrol Button Pada *Blynk* (Kiri Sebelum Ditekan) Dan (Kanan Setelah Ditekan)

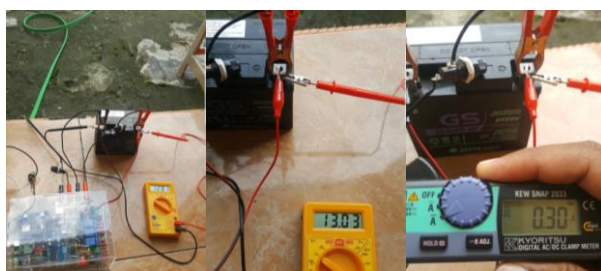
Tabel 3. Hasil data kontrol pompa saat filter air

Time	Relay 1	Relay 2	Turbidity	pH	Ket		Pompa
					Tegangan Pompa	Arus Pompa	
0 Menit	OFF	ON	35 NTU	7,89	0,10 V	-0,29 A	Pompa air belum dinyalakan
1 Menit	ON	ON	30 NTU	8,03	12,42 V	1,81 A	Pompa air menyala (memompa air ke filter)
49 Menit	ON	OFF	25 NTU	8,2	0,07 V	0,05 A	Pompa air mati otomatis (tidak memompa air ke filter)

Dari Tabel 3 di atas dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol pada alat ini dapat bekerja dengan baik. Pada menit 0, relay 1 OFF menunjukkan tombol ON pada *Blynk* belum ditekan, dan relay 2 ON karena nilai kekeruhan dan pH belum sesuai setpoint. Relay 1 dan relay 2 saling terhubung, pompa tetap tidak menyala karena relay 1 masih keadaan OFF, Dari menit 0 nilai tegangan pompa masih 0,10 V dan arus pompa -0,29 A. Kemudian pada menit 1, relay 1 ON menunjukkan button pada *Blynk* telah ditekan sehingga kondisi kedua relay sama-sama ON dan pompa air menyala, dilihat dari hasil nilai tegangan pompa 12,42 V dan arus pompa 1,81 A. Kemudian Pompa akan mati pada menit 49 karena kekeruhan air mencapai setpoint yaitu 25 NTU dan pH 8,2 yang mengakibatkan relay 2 OFF, Saat Pompa OFF di menit ke- 49 tegangan pompa menjadi 0,07V dan arus pompa menjadi 0,05A.

6. Pengujian Monitoring Sensor Tegangan Dan Arus ACS712 Saat Charging Baterai

Pengujian monitoring sensor tegangan DC dan sensor arus ACS712 bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi tegangan dan arus pompa pada proses charging baterai dengan sumber tegangan dari Solar Cell.



Gambar 17. Pengujian Dan Pengukuran Sensor Tegangan, Arus ACS712 Pada Charging Baterai



Gambar 18. Tampilan Tegangan Dan Arus Baterai Pada *Blynk* (Kiri Saat Charging) (Kanan Setekah Charging)

Tabel 4. Hasil data pengujian monitoring sensor tegangan DC dan arus ACS712 saat charging baterai

Tegangan Baterai				
Waktu (Menit)	Data Avometer (V)	Data Sensor (V)	Error (%)	Ket
0	11,94	11,94	0	Discharging
1	12,28	12,29	0,08	Charging
10	12,62	12,70	0,63	Charging
30	12,74	12,80	0,47	Charging
60	12,85	12,88	0,23	Charging
120	12,99	13,02	0,23	Charging
176	13,07	13,12	0,38	Discharging (full)
177	12,96	12,92	0,31	Discharging

(full)				
Rata – rata error		0,29		
Arus Charging				
Waktu (Menit)	Data Avometer (A)	Data sensor (A)	Error (%)	Ket
0	-0,05	-0,05	0	Discharging
1	0,32	0,39	21,9	Charging
10	1,11	1,12	0,9	Charging
30	0,87	0,88	1,15	Charging
60	0,64	0,68	6,25	Charging
120	0,39	0,39	0	Charging
176	0,27	0,39	44,4	Discharging (full)
177	0,00	-0,10	0,10	Discharging (full)
Rata – rata error		9,3		

Dari Tabel 4. di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan dan arus charging baterai sebelum charging didapat nilai tegangan baterai 11,94 V. Kemudian setelah dicharging selama 176 menit didapat nilai tegangan baterai menjadi 12,92 V. Dilihat dari data tabel bahwa ketika baterai full dan baterai discharging, tegangan baterai mengalami penurunan dengan selisih 0,2V dari keadaan full (13,12V – 12,92V), hal ini karena dalam baterai ada proses discharging alami. Kemudian pembacaan sensor tegangan DC dan arus ACS712 pada monitoring dibandingkan dengan alat ukur avometer terbilang memiliki selisih, tetapi walaupun memiliki selisih hasil data sensor bisa dikatakan bekerja dengan baik dan sesuai dengan perencanaan alat, dilihat dari dan pengukuran dengan alat ukur yang terbilang stabil dengan rata – rata error hanya 0,29 % dan 9,3 %.

7. Pengujian Kontrol Charging Baterai

Pengujian sistem kontrol charging baterai bertujuan untuk mengetahui bahwa alat dapat melakukan kontrol charging secara otomatis. Kontrol otomatis menggunakan sensor yang menjadi tolak ukur pada sistem kontrol otomatis ini adalah sensor tegangan DC. Solar cell yang digunakan sebesar 100WP. Ketika tegangan baterai menunjukkan nilai kurang dari 12V yang dideteksi oleh sensor tegangan DC, maka relay akan aktif dan solar cell akan melakukan charging pada baterai. Kemudian jika tegangan baterai menunjukkan nilai lebih dari 13,5V, maka relay akan tidak aktif dan baterai discharge.



Gambar 19. Tampilan Relay On / Charging Baterai (Kiri) Dan Tampilan Relay Off / Discharging (Kanan) Pada Blynk

Tabel 5. Hasil data kontrol charging baterai

Time	Relay	Tegangan Baterai	Arus charging	Ket
0 menit	ON	11,94 V	-0,05 A	<i>Charging</i>
1 menit	ON	12,28 V	0,39 A	<i>Charging</i>
120 menit	ON	13,02 V	0,39 A	<i>Charging</i>
176 menit	OFF	13,12 V	0,39 A	<i>Charging</i>
177 menit	OFF	12,92 V	-0,10 A	<i>Discharging</i>

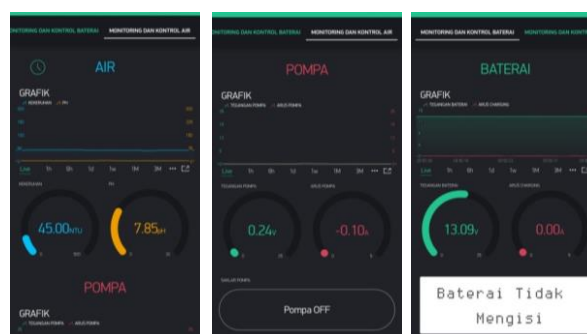
Dari Tabel 5 di atas dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol pada alat ini dapat bekerja dengan baik. Relay akan ON ketika tegangan dibawah 12V dan akan charging baterai. Kemudian relay akan OFF untuk dicharging baterai ketika diatas 13,10 V. Pada data diatas relay akan off untuk discharging baterai ketika tegangan baterai diatas 13,10V, dan nilai 12,92V pada data menunjukkan tegangan baterai menurun setelah mengalami discharging karena telah full. Selain itu dari data di atas dapat disimpulkan kondisi baterai dengan tegangan 11,94 V dapat dicharging sampai tegangan 13,12 V dalam waktu selama 177 menit.

8. Pengujian Filter Air Limbah Rumah Tangga Saat Limbah Banyak Muncul

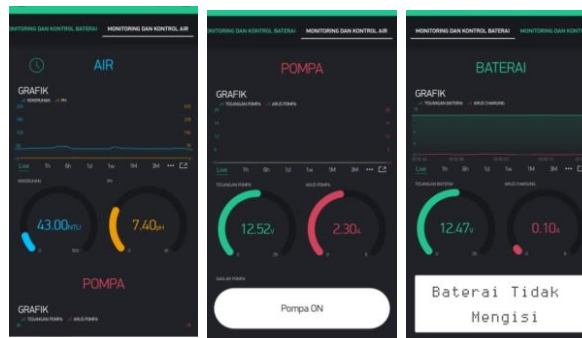
Pada pengujian ini mengambil air limbah rumah tangga pada pagi hari / saat jam sibuk mulai pukul 5.00 pagi – 09.11 pagi WIB. Air limbah rumah tangga yang diambil adalah air limbah rumah tangga dari bekas cuci bahan makanan dan bekas cuci peralatan makan yang tidak mengandung sabun yang ditampung pada bak. Pengujian monitoring ketika filter air limbah rumah tangga dilakukan pada pukul 9.50 pagi sampai pukul 11.10 pagi WIB, waktu yang diperlukan selama 77 menit.



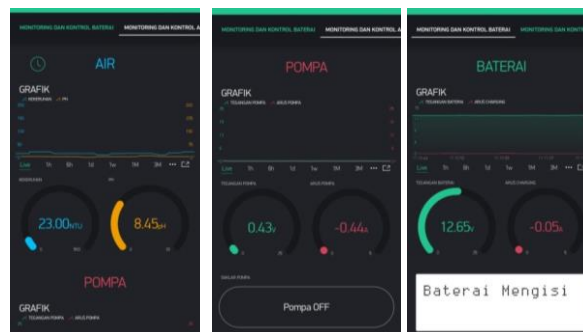
Gambar 20 Air limbah rumah tangga dari bekas cucian bahan makanan dan bekas cucian peralatan makan yang belum mengandung sabun



Gambar 21. tampilan monitoring sebelum air limbah rumah tangga di filter



Gambar 22. Tampilan Monitoring Ketika Proses Filter Air Limbah RT



Gambar 23. Tampilan Monitoring Ketika Setelah Air Limbah Di Filter

Dari langkah pengujian di atas maka di dapatkan hasil pengukuran kekeruhan air, pH air, tegangan pompa, arus pompa dan tegangan baterai ketika melakukan filter air limbah rumah tangga yang dibaca oleh sensor turbidity, sensor pH, sensor tegangan DC, dan sensor ACS712.

Tabel 6. Hasil data pengujian monitoring filter air limbah rumah tangga saat limbah banyak (jam sibuk)

Waktu (Menit)	Turbidity (NTU)	pH	Tegangan Pompa (V)	Arus Pompa (A)	Tegangan Baterai (V)	Ket
0 9.50 WIB	45	7,85	0,24	-0,10	13,09	Pompa OFF
1 9.54 WIB	43	7,40	12,52	2,30	12,47	Pompa ON
5 9.59 WIB	37	7,71	12,61	2,15	12,36	Pompa ON
15 10.09 WIB	33	8,17	12,59	2,20	12,36	Pompa ON
30 10.24 WIB	30	8,17	12,54	2,25	12,29	Pompa ON
60 10.54 WIB	28	8,13	12,35	2,15	12,15	Pompa ON
77 11.11 WIB	23	8,45	0,43	-0,44	12,65	Pompa OFF

Dari tabel 6 dapat disimpulkan bahwa air limbah rumah tangga yang di ambil pada pagi hari / saat jam sibuk mulai pukul 5.00 pagi – 09.11 pagi WIB dari bekas cuci bahan makanan dan bekas cuci peralatan makan yang tidak mengandung sabun dapat di filter menjadi jernih dengan waktu selama 77 menit dari pukul 09.50 pagi sampai pukul 11.11 pagi WIB. Nilai kekeruhan air yang di dapat mula-mula 45 NTU berubah menjadi 23 NTU, dan nilai pH air mula-mula 7,85 berubah menjadi 8,45, sehingga dapat dikatakan air sesuai dengan setpoint yaitu kekeruhan dibawah 25 NTU dan pH 6,5 sampai 9.

Kemudian dapat dilihat juga dari pembacaan sensor tegangan DC dan sensor ACS712 pada pompa air yaitu ketika menit ke 0 nilai tegangan dan arus pompa yang terbaca masih menunjukkan nilai 0 V dapat dikatakan pompa belum menyala dan ketika pompa ON pada menit ke 1 nilai tegangan dan arus

pompa muncul dengan nilai 12,52V dan 2,30A, dan kemudian ketika kekeruhan dan pH telah mencapai setpoint pada menit 77 nilai tegangan dan arus pompa menjadi 0, menunjukkan pompa OFF.

Selain itu, dari pembacaan sensor tegangan DC pada baterai menunjukkan ketika menit ke 0 / pompa OFF nilai tegangan baterai senilai 13,09V, kemudian ketika pompa ON pada menit ke-1 tegangan pompa secara langsung menjadi berkurang sampai pada menit ke-77 pompa menjadi OFF nilai tegangan pompa menjadi 12,65V. Dari pembacaan semua sensor yaitu sensor turbidity, sensor pH, sensor tegangan DC dan sensor ACS712 dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan perencanaan alat.

III. Kesimpulan

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, perancangan, dan pengujian sistem serta pengambilan data maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Data pada sensor dapat ditampilkan pada aplikasi *Blynk* secara baik dengan menggunakan arduino uno sebagai pengelola data sensor dan nodeMCU sebagai pengirim data sensor dari arduino ke *Blynk* menggunakan token yang dibuat *Blynk* dan dimasukkan pada program nodeMCU.
2. Pada sistem monitoring didapat hasil pembacaan secara realtime pada *Blynk*, menyatakan ketika filter air selama 49 menit nilai kekeruhan didapat 25 NTU dan pH 8,29 dan didapat tegangan baterai berkurang 0,41 V dari kondisi awal; tegangan pompa semakin berkurang selama proses filtrasi yang membutuhkan waktu 49 menit serta arus pompa yang stabil.
3. Pada sistem *monitoring charging* baterai didapat hasil pembacaan sensor secara *realtime* pada *Blynk* menyatakan baterai kondisi 11,94V dapat dicharging sampai 13,12V selama 176 menit.
4. Pada sistem kontrol, pompa akan menyala jika tombol ON pada aplikasi *Blynk* ditekan dan akan mati jika kekeruhan mencapai 25 NTU dan pH 9, serta kontrol *charging* baterai apabila tegangan baterai dibawah 12V baterai akan melakukan pengisian dan diatas 13,1V baterai akan *discharging*.

IV. Daftar Pustaka

- [1] Mohamed F. Soliman." *Assessment of an experimental unit for greywater treatment; for water conservation purposes*" *Aswan University Journal of Environmental Studies (AUJES) Vol. 3, No. 1, pp. 9-21, (March 2022)*
- [2] Snehal Joshi, Priti Palande, Dr. Suneeti Gore, Ms. Anuja Oke, Mrs. Gopika Manjunath, Dr. Chitra Naidu, Dr. Meenal Joshi."Purification of Grey Water Using Natural Method. 2022. *International Journal of Enviroment, Agriculture and Biotechnology, Vol-7, issue-2, page 8-14.*
- [3] Erika Rian Prahastiwi, Eny Wiwin Kartikaningsih, Khoirunnisa, Danang Puji Atmojo, Nira Fery Thania, Adinda Natasya Ayodya. "Gerakan sadar lingkungan melalui sosialisasi dan pelatihan pengelolaan limbah cair rumah tangga dukung jongso. *Journal IICET Vol.2, No.1, 2021 pp 14-19*
- [4] Elok Nilasari, M. Faizal, Suheryanto. "Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*), (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang)" *Jurnal Penelitian Sains, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya, 2016.*
- [5] Mokh. Sholihul Hadi , Alfin FirmanSyah, Fatma Cahyaningrum, Ahmad Sariful Anwar, Dwi Arini Mufarichah. 2018, "Sistem Penjernih Air Limbah Rumah Tangga Dengan Kendali PID Berbasis Arduino" *TEKNO Vol. 28 Issue 2, p191-199.*
- [6] Dwi Siwi Handayani. 2013. "Kajian Pustaka Potensi Pemanfaatan Greywater Sebagai Air Siram WC Dan Air Siram Tanaman Di Rumah Tangga" *Jurnal Presipitasi, Program Studi Teknik Lingkungan FT-Undip.2013*
- [7] Dista Yoel Tadeus, Khasnan Azazi, Didik Ariwibowo. "Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things" *Metana : Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna Desember 2019 Vol. 15(2):49-56*

- [8] Ade Rufaidah Mutmainah, Mardhiya Hayaty. "Sistem kendali dan pemantauan penggunaan listrik berbasis *IoT* menggunakan Wemos dan aplikasi Blynk" *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 7(4), 2019, 161-165.