

## Otomasi Sistem Pengolahan Air Hujan Berbasis Arduino Uno

Ignatius Agus Purbhadi<sup>1</sup>, Rio Natanael Wijaya<sup>1</sup>, Aya Almegrahi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Elektro Mekanika – Politeknik Teknologi Nuklir Indonesia, Yogyakarta.

Korespondensi : [aguspurbhadi@gmail.com](mailto:aguspurbhadi@gmail.com)

### ABSTRAK

Indonesia merupakan daerah tropis yang memiliki curah hujan cukup tinggi. Namun ada beberapa wilayah yang kekurangan air bersih untuk dikonsumsi sebagai minum karena kondisi geografis yang kurang menguntungkan, salah satunya yaitu di Dusun Tempursari, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Air hujan yang berlimpah di dusun itu diolah dan dimanfaatkan untuk air minum. Masyarakat Dusun Tempursari mengolah air hujan menggunakan sistem elektrolisis konvensional yang membutuhkan operator dalam sistem operasinya. Penelitian ini bertujuan mendesain sistem otomasi pengolahan air hujan menjadi air layak konsumsi. Sistem pengolahan air hujan yang konvensional dimodifikasi menjadi sistem otomatis menggunakan kontrol Arduino Uno. Metode yang dilakukan yaitu mencari data pendukung berupa penentuan waktu sistem, melakukan perancangan sistem kontrol, pembuatan program dan pengujian. Perancangan otomasi yang dilakukan kontroler Arduino Uno yaitu memompa air dari tandon penampung air hujan menuju bejana elektrolisis untuk dilakukan proses pengolahan air hujan. Air hujan yang telah memenuhi syarat kadar pH 7,5 (basa) dari hasil elektrolisis, didistribusikan secara otomatis ke tempat penampungan air siap minum melalui pompa distribusi, sedangkan limbah air sisa pengolahan yang bersifat asam disalurkan ke penampungan limbah melalui pompa pembuangan. Hasil pengujian yang dilakukan pada unit pengolahan air kapasitas 30 liter, pompa pengisi membutuhkan waktu selama 18 menit untuk mengisi bejana elektrolisis, proses elektrolisis membutuhkan waktu 12 jam untuk meningkatkan pH air dari kadar 6,4 menjadi 7,5. Proses distribusi air siap minum dan pembuangan air limbah membutuhkan waktu selama 9 menit. Keseluruhan proses yang dibutuhkan untuk pengolahan air hujan tersebut kemudian digunakan sebagai pengaturan waktu (*timer*) pada proses pembuatan program sistem kontrol Arduino Uno. Pengujian sistem otomasi telah dilakukan dan berjalan sesuai kebutuhan sehingga memberikan kemudahan untuk mengolah air hujan secara otomatis hingga layak konsumsi.

Kata kunci: Sistem Pengolahan Air Hujan, Otomasi, Elektrolisis, Arduino Uno

### ABSTRACT

Indonesia is a tropical area that has quite high rainfall. However, there are some areas that lack clean water for consumption as drinking due to unfavorable geographical conditions, one of which is in Tempursari Hamlet, Sleman Regency, Yogyakarta. The abundant rainwater in the village is treated and used for drinking water. The Tempursari Hamlet community treats rainwater using a conventional electrolysis system that requires an operator in its operating system. This research aims to design an automated system for processing rainwater into water suitable for consumption. The conventional rainwater treatment system is modified into an automatic system using Arduino Uno control. The method used is to find supporting data in the form of determining system time, designing control systems, making programs and testing. The design of the automation carried out by the Arduino Uno controller is to pump water from the rainwater reservoir to the electrolysis vessel for rainwater processing. Rainwater that has met the requirements for a pH level of 7.5 (alkaline) from the results of electrolysis is automatically distributed to ready-to-drink water reservoirs through distribution pumps, while acidic waste water is distributed to waste collections through a disposal pump. The results of the tests carried out on a water treatment unit with a capacity of 30 liters, the filler pump took 18 minutes to fill the electrolysis vessel, the electrolysis process took 12 hours to increase the pH of the water from 6.4 to 7.5. The process of distributing ready-to-drink water and disposing of waste water takes 9 minutes. The entire process needed for rainwater treatment is then used as a timer for the Arduino Uno control system program. Testing of the automation system has been carried out and is running as needed so as to provide convenience for processing rainwater automatically until it is suitable for consumption.

Keyword : Rainwater Treatment System, Automation, Electrolysis, Arduino Uno.

### 1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air memiliki peran penting dalam mendukung mata pencaharian, ketahanan pangan, dan kesehatan masyarakat [1]. Pertumbuhan penduduk dan industri yang cepat, ditambah dengan penurunan air

tanah dan curah hujan yang sangat bervariasi disebabkan oleh perubahan iklim memberikan tekanan pada permintaan air untuk keperluan rumah tangga, pertanian dan industri. Selain itu, perubahan iklim akan menyebabkan peristiwa yang lebih ekstrem seperti banjir dan kekeringan di seluruh dunia sehingga semakin membebani infrastruktur air dan non-air saat ini [2]

Sementara pasokan air sering menjadi perhatian utama di daerah kering atau lokasi yang infrastruktur pasokan air kurang, penerapan sistem pemanenan air hujan menawarkan serangkaian manfaat dan tantangan yang unik. Di sisi lain, analisis neraca air menunjukkan bahwa air hujan di daerah perkotaan dan pedesaan merupakan sumber daya yang kurang dimanfaatkan saat ini [3].

Indonesia merupakan daerah tropis yang memiliki curah hujan cukup tinggi. Namun dengan banyaknya curah hujan yang tinggi sering kali menimbulkan masalah besar di banyak tempat. Luapan air sungai dapat menimbulkan banjir. Hujan deras dan lama dapat menimbulkan masalah tanah longsor. Dusun Tempursari, Desa Sardonoharjo, telah memanfaatkan air hujan untuk diolah kembali dengan menggunakan metode elektrolisis secara konvensional. Desa ini terletak di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Pemanfaatan air hujan di Dusun Tempursari dipelopori oleh salah seorang warga yang mempunyai kepedulian terhadap lingkungan. Ibu Sri Wahyuningsih warga Dusun Tempursari yang mengajak masyarakat untuk memulai memanfaatkan air hujan untuk diolah kembali, berawal dari mengkonsumsi secara pribadi dan kemudian banyak masyarakat yang ikut tertarik menggunakan air hujan tersebut untuk dikonsumsi hingga sekarang.

Data BPS Provinsi D.I. Yogyakarta, tahun 2019 wilayah Kabupaten Sleman memiliki curah hujan rata-rata per bulan 195,4 mm [4]. Curah hujan yang terbilang sedang ini, membuat masyarakat di Dusun Tempursari mampu memanfaatkan potensi yang ada untuk mengolah air hujan. Warga desa tersebut dapat menampung limpasan air hujan dari atap rumah disalurkan melalui talang air, kemudian dialirkan menuju tandon penyimpanan air. Air yang tersimpan dalam tandon selanjutnya dipindahkan secara manual menuju proses pengolahan air siap minum menggunakan metode elektrolisis. Namun dalam penerapannya timbul permasalahan yaitu perlu adanya operator untuk menjaga sistem pengolahan tersebut.

Permasalahan di atas dapat dipahami sebagai usaha untuk dilakukan pengembangan sistem pengolahan air hujan secara otomatis. Salah satu usaha yang dilakukan untuk memudahkan pengolahan air hujan yaitu menggunakan sistem otomasi yang dapat melakukan pengisian bejana elektrolisis dari penampung air hujan, kemudian proses pengolahan (kapasitas 30 liter) dengan menggunakan metode elektrolisis, dan hasil akhirnya akan didistribusikan ke tandon air siap konsumsi menggunakan kontrol otomatis.

Melalui mikrokontroler pengaturan air dan proses elektrolisis secara otomatis dapat dikendalikan dan dimodifikasi sesuai kebutuhan. Agar program ini dapat berjalan maka diperlukan alat bantu berupa mikrokontroler Arduino Uno yang dapat menganalisis sinyal input, mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pengguna. Alat yang penulis ciptakan diharapkan dapat mempermudah masyarakat dalam mengatur air dari penampungan, menuju proses elektrolisis dan kemudian didistribusikan sesuai dengan instruksi yang telah diberikan.

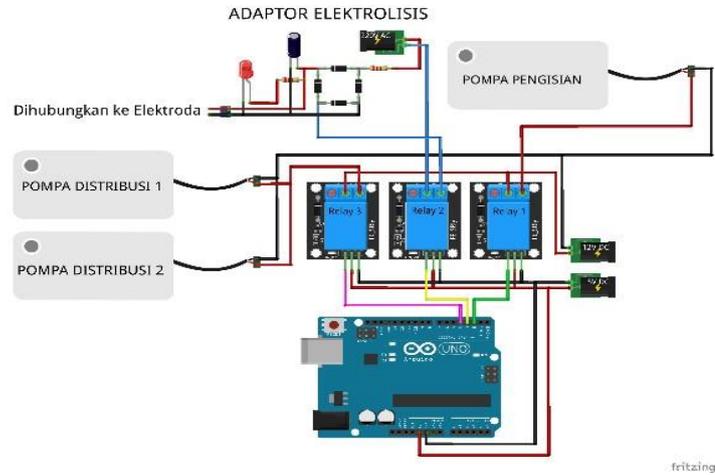
## 2. METODE PENELITIAN

Tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Melakukan analisis kebutuhan sistem untuk menentukan alat dan bahan yang diperlukan.
- Menyiapkan sistem otomasi pengolahan air hujan dengan melakukan perancangan sistem kontrol, pembuatan program dan pengujian.
- Perancangan sistem kontrol, dengan menggunakan Arduino Uno, modul relay, pompa air dan adaptor elektrolisis.
- Melakukan pengolahan air hujan secara otomatis, pompa pengisian mengisi bejana elektrolisis. Kemudian diproses dengan tegangan 300V DC dan hasil akhir didistribusikan menuju galon.
- Menentukan waktu pada masing-masing sistem untuk mengetahui waktu lamanya proses pengisian bejana elektrolisis, pengolahan air hujan, distribusi hasil air yang telah diolah. Data penentuan waktu dijadikan masukkan pada program.
- Membuat grafik fungsi untuk mengetahui perubahan volume bejana elektrolisis serta perubahan pH air asam dan basa.

### 2.1. Perancangan sistem kontrol

Pada tahap ini komponen-komponen berbeda yang membentuk sistem untuk menghasilkan respons yang diinginkan dirangkai menjadi satu. Dalam sistem ini terdapat beberapa komponen yang digunakan, untuk mikrokontrolernya menggunakan Arduino Uno dan terdapat modul relay untuk menjalankan fungsi penundaan waktu pada pompa dan adaptor. Komponen yang tersusun menjadi satu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar1. Perancangan Sistem Kontrol

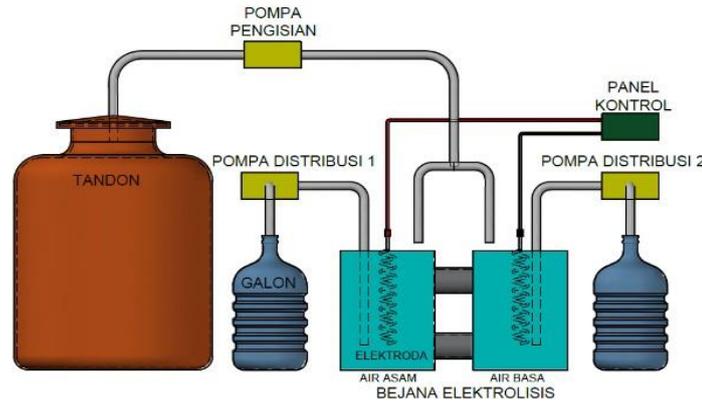
### 2.2. Pembuatan Program

Tahap pembuatan program bertujuan agar sistem kontrol dapat berjalan sesuai dengan instruksi yang telah direncanakan. Pemrograman dilakukan dengan software Arduino IDE, berikut ini program yang dibuat untuk menjalankan sistem otomasi.

```
const int relay1 = 2; //pin2 const int relay2 = 3; //pin3 const int relay3 = 4; //pin4
int relayON = LOW; //relay nyala
int relayOFF = HIGH; //relay mati void setup()
{
pinMode(2, OUTPUT); pinMode(3, OUTPUT); pinMode(4, OUTPUT);
}
void loop()
{
digitalWrite(relay1, relayOFF); digitalWrite(relay2, relayOFF); digitalWrite(relay3, relayOFF);
//relay1
digitalWrite(relay1, relayOFF); delay(30000); //jeda selama 30 detik digitalWrite(relay1, relayON);
delay(1080000); //aktif selama 18 menit digitalWrite(relay1, relayOFF); delay(60000); //jeda selama
1 menit
//relay2
digitalWrite(relay2, relayON); delay(86400000); //aktif selama 24 jam digitalWrite(relay2,
relayOFF); delay(60000); //jeda selama 1 menit
//relay3
digitalWrite(relay3, relayON); delay(540000); //aktif selama 9 menit digitalWrite(relay3, relayOFF);
delay(600000); //jeda selama 10 menit
}
```

### 2.3. Instalasi Sistem Otomasi Pada Sistem Pengolahan Air Hujan

Sistem otomasi yang telah selesai dibuat dilakukan instalasi pada sistem pengolahan air hujan yang ditunjukkan pada Gambar 2. Proses instalasi dilakukan dengan cara pemasangan panel kontrol dan beberapa pompa yang menuju tandon dan bagian distribusi pada galon.



Gambar 2. Instalasi Sistem Otomasi

### 3. HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini, dijelaskan hasil penelitian dan diskusi komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam bentuk angka, grafik, tabel dan lainnya yang membuat pembaca mudah memahami [2], [5]. Diskusi dapat dilakukan di beberapa sub-bab.

#### 3.1. Pengujian Waktu dan Volume

Pengujian waktu dan volume dilakukan dengan cara percobaan dengan memvariasikan waktu. Pompa air akan hidup mengisi bejana elektrolisis dengan interval waktu setiap 3 menit. Hasil pengujian volume dan waktu yang diamati secara manual dapat dilihat pada Tabel 1.

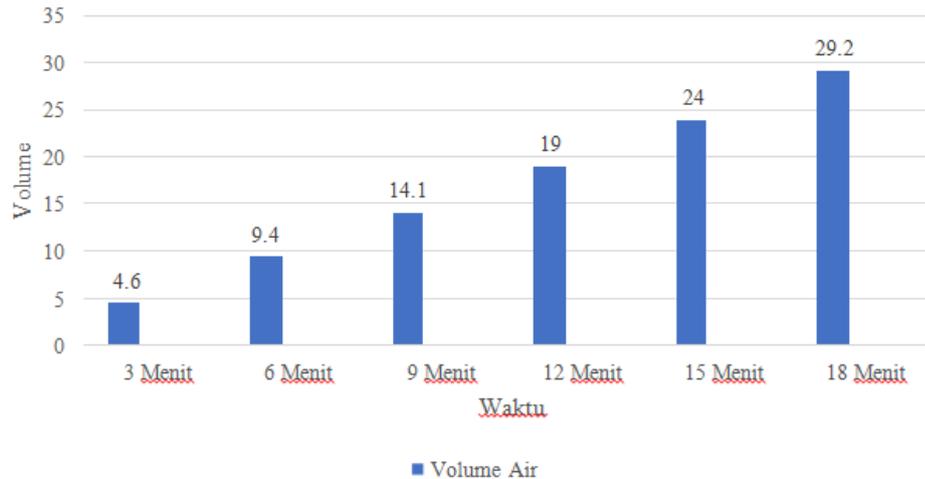
Tabel 1, Hasil Pengujian Waktu Pompa dan Volume Air

<u>Variasi Waktu Elektrolisis (Jam)</u>	<u>Hasil</u>	
	<u>pH Air Asam</u>	<u>pH Air Basa</u>
3	6,6	6,9
6	6,5	6,9
9	6,1	7,1
12	5,6	7,5
15	5,3	8,6
18	5	9,1
21	4,1	9,5
24	3,9	9,6

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kenaikan volume air tidak konstan setiap 3 menit. Hal ini dipengaruhi oleh tinggi level air pada tandon berubah dikarenakan pemindahan air yang dilakukan oleh pompa ke bejana elektrolisis. Perubahan *head* mengakibatkan debit yang dipompakan menjadi berkurang seiring perubahan level air.

Data pemindahan air yang dilakukan oleh pompa menunjukkan bahwa volume air mengalami kenaikan dan pada menit ke 18 volume air mendekati batas maksimal bejana elektrolisis yaitu volume air sebanyak 29,2 liter. Sehingga nilai waktu 18 menit tersebut dijadikan sebagai nilai pengaturan waktu pemompaan pada pembuatan program Arduino Uno

Grafik perubahan air menunjukkan bahwa volume air mengalami kenaikan dan pada menit ke 18 volume air mendekati batas maksimal bejana elektrolisis. Grafik perubahan volume air terhadap lamanya pompa air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Perubahan Volume Air

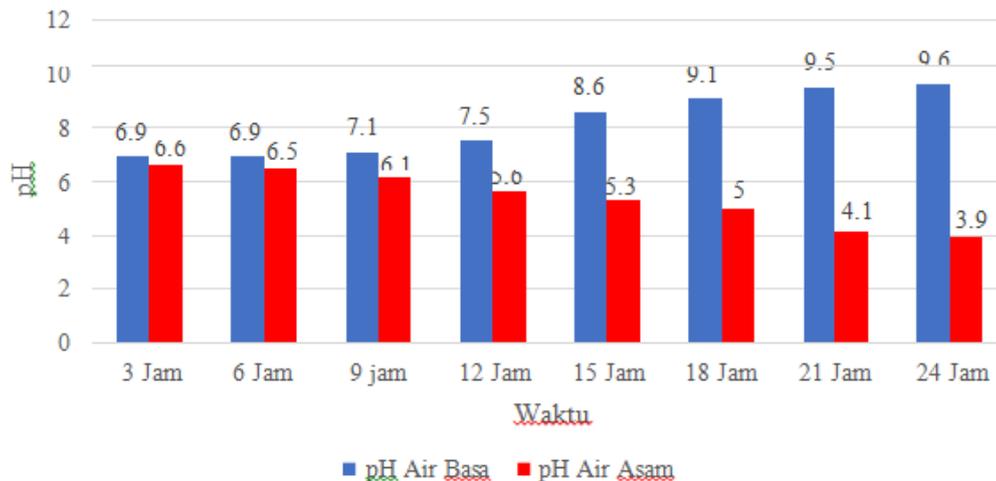
### 3.2. Pengujian Waktu dan pH Air

Pengujian waktu dan pH air dilakukan untuk mengetahui dalam waktu berapa pH air dapat mencapai target yang telah ditentukan. Kandungan awal pH air hujan yaitu 6,4. Pengujian dilakukan selama 24 jam dengan memvariasikan waktu setiap 3 jam serta dilakukan pengukuran pH di bagian bejana air asam dan basa.

Tabel 2 Hasil Pengujian Waktu dan Pengukuran pH Air

Variasi Waktu Elektrolisis (Jam)	Hasil	
	pH Air Asam	pH Air Basa
3	6,6	6,9
6	6,5	6,9
9	6,1	7,1
12	5,6	7,5
15	5,3	8,6
18	5	9,1
21	4,1	9,5
24	3,9	9,6

Pada tabel 2, pengujian yang telah dilakukan selama 24 jam dijadikan acuan dalam menentukan pH yang diinginkan dan sebagai input untuk program mengontrol adaptor elektrolisis. Gambar 4 menunjukkan grafik perubahan kenaikan atau penurunan pH air tidak konstan pada setiap 3 jam pengamatan. Setelah 12 jam proses elektrolisa, didapatkan nilai pH air basa yang sudah memenuhi syarat untuk konsumsi yaitu 7,5 mengacu pada PERMENKES No. 429 Tahun 2010 yaitu pH air minum sebesar 6,5-8,5. Sehingga pada penelitian ini diambil nilai rujukan pH air sebesar 7,5. Sedangkan pada tandon asam nilai pH sebesar 5,6. Tandon air yang bersifat asam. Air yang terdapat pada tandon air asam ini adalah bagian yang tidak dikonsumsi (limbah).



Gambar 4. Grafik Perubahan pH terhadap lamanya waktu elektrolisis

### 3.3. Pengujian Program

Pengujian program dilakukan setelah program terlebih dahulu dibuat pada software Arduino IDE. Kemudian program tersebut dilakukan *compile* program di Arduino IDE untuk dilakukan pengujian. Pengujian program dengan cara *compile* program dilakukan untuk mengetahui adanya eror atau tidaknya program yang dibuat. Dari hasil pengujian diperoleh tidak ada *comment* yang menunjukkan kegagalan atau terjadinya eror. Hasil pengujian program pada Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 5.

```
// Menyalakan RELAY Menggunakan Arduino UNO

const int relay1 = 2; //pin2
const int relay2 = 3; //pin3
const int relay3 = 4; //pin4

int relayON = LOW; //relay nyala
int relayOFF = HIGH; //relay mati

void setup()
{
  // Menjadikan PIN 2 sebagai OUTPUT
  pinMode(2, OUTPUT);
  // Menjadikan PIN 3 sebagai OUTPUT
  pinMode(3, OUTPUT);
  // Menjadikan PIN 4 sebagai OUTPUT
  pinMode(4, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(relay1, relayOFF);
  digitalWrite(relay2, relayOFF);
  digitalWrite(relay3, relayOFF);

  //relay1
  digitalWrite(relay1, relayOFF);
  delay(30000); //jeda selama 30 detik
  digitalWrite(relay1, relayON);
}
```

Done compiling.

Sketch uses 1096 bytes (3%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving 2039 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

Gambar 4 Pengujian Program Pada Arduino IDE

### 3.5. Pengujian Sistem Kontrol

Bentuk keluaran dari sistem kontrol yaitu relay yang berfungsi untuk mengontrol adaptor elektrolisis, pompa pengisian serta pompa distribusi 1 dan 2 (Gambar 1). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.3. Kondisi komponen bersifat ON atau OFF akan mengikuti program yang telah dibuat.

Tabel 3. Hasil Pengujian Otomasi Sistem Pengolahan Air Hujan

Tahap Pengujian	Relay 1	Relay 2	Relay 3	Adaptor Elektrolisis	Pompa Pengisian	Pompa Distribusi 1 dan 2	Waktu Proses (menit)	Waktu Jeda
Pengisian Air	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	18	1
Elektrolisis	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	720	1
Distribusi	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	9	10
Total Waktu							747	12

Pada Tabel 4. menunjukkan kondisi sistem kontrol pengolahan air hujan berjalan sesuai dengan yang telah ditentukan. Dimana komponen bekerja secara selangkah demi selangkah, mulai dari tahap pertama yaitu pengisian air dari tandon ke bejana elektrolisis, tahap kedua yaitu proses elektrolisis, dan tahap ketiga yaitu proses distribusi. Ketika relay 1 aktif pompa pengisian akan aktif mengikuti jalannya program. Instruksi program berlanjut setelah jeda 1 menit kemudian mengaktifkan relay 2 untuk menghidupkan adaptor elektrolisis sehingga pengolahan air hujan berjalan. Setelah proses pengolahan air hujan selesai selama 12 jam (720 menit) sistem delay atau istirahat selama 1 menit, kemudian relay 3 akan aktif untuk mengontrol pompa distribusi 1 dan 2 menuju ke galon penampungan selama 9 menit dan sistem melakukan istirahat selama 10 menit sebelum sistem memulai dari awal. Jumlah total waktu pengolahan air hujan menjadi layak pakai adalah 759 menit untuk tercapai 1 siklus pengolahan air.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dilakukan otomasi pengolahan air hujan menjadi air layak konsumsi dengan menggunakan Arduino Uno sebagai kontrolnya.
2. Pengujian sistem pengolahan air hujan metode elektrolisis kapasitas 30 liter didapatkan parameter waktu pengisian bejana elektrolisis yaitu 18 menit, proses elektrolisis selama 720 menit (12 jam) dan proses distribusi air hasil pengolahan selama 9 menit pada nilai pH air 7,5. Dengan waktu jeda 12 menit maka sistem pengolahan air hujan beroperasi satu siklus membutuhkan total waktu 759 menit.
3. Otomasi sistem pengolahan air hujan dapat berfungsi dengan baik, yang dapat digunakan oleh masyarakat Dusun Tempursari untuk mempermudah dalam mengolah air hujan secara otomatis.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ibu Sri Wahyuningsih (warga Dusun Tempursari)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baguma, D., Loisk, I.W., Jung, H., "Water management, rainwater harvesting and predictive variables in rural households," *Water Resource Management*, 24(13), 3333-3348, 2010.
- [2] Stott, P., "How climate change affects extreme weather events," *Science* 352 (6293), 1517e1518, 2016.
- [3] Gwenzi, W., Nyamadzawo, G., "Hydrological impacts of urbanization and urban roof water harvesting in water-limited catchments," *A review. Environmental Processes*, Doi:10.1007/s40710-014-0037-3, 2014.
- [4] BPS Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, "Jumlah Curah Hujan dan Hari Hujan Menurut Bulan di D.I. Yogyakarta, 2019", <https://bit.ly/CurahHujanYogyakarta>, 2019
- [5] R Indonesia, Peraturan Menteri Kesehatan. Republik Indonesia, NO 492/MENKES/PER/IV/2010. Tentang "Persyaratan Kualitas Air Minum", Page 2