

# PERANCANGAN OTOMASI SISTEM PENGOLAHAN AIR PAYAU MENJADI AIR MINUM DENGAN PRINSIP REVERSE OSMOSIS BERBASIS MICROCONTROLLER

M.Andika Shidiq<sup>1</sup>, Hidayat<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, Padang-Indonesia

\*Email : [andikasidiq08@gmail.com](mailto:andikasidiq08@gmail.com)

## ABSTRAK

Otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum dengan prinsip *reverse osmosis* berbasis *microcontroller*, merupakan sistem pengolahan air payau menjadi air minum yang dapat dikontrol menggunakan *microcontroller*. *Microcontroller* yang digunakan pada sistem ini adalah *arduino mega* yang memiliki pin yang lebih banyak dibanding *arduino* lainnya. Sistem ini merupakan prototipe alat yang dapat menghasilkan air layak minum untuk ayam. Dalam pengoperasian otomasi sistem diperlukan data parameter yang ada dalam proses pengolahan air tersebut yaitu pH, kejernihan air, kepadatan larutan, serta ketinggian air. Untuk dapat mengetahui nilai parameter tersebut perlu dipasang sensor-sensor yaitu sensor pH, *turbidity* sensor, TDS sensor dan *water level* sensor. Data parameter yang dibaca oleh sensor-sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD. Dalam sistem ini terdapat dua cara untuk pengontrolan yaitu secara manual dan secara otomatis yang dapat kita pilih dengan menekan tombol *push button*. Untuk pengontrolan manual menggunakan *push button* lain yang akan mengontrol aktuator dan pengontrolan secara otomatis menggunakan sensor-sensor sebagai parameter untuk menggerakkan aktuator. Aktuator pada penelitian ini berupa pompa celup submersible, jetpump dan pompa aerator. Air yang diolah adalah air payau dan hasil dari pengolahan ini adalah air bersih yang memiliki tingkat kadar pH, *turbidity* dan TDS yang sesuai dengan standar minum yang akan diberikan untuk ayam.

**Kata kunci :** Otomasi; Air payau; Pengolahan air payau; *Reverse osmosis*; *Microcontroller*.

## PENDAHULUAN

Air selalu menjadi bagian penting serta tidak terpisahkan pada semua kehidupan makhluk hidup yang bernyawa. Seperti hewan yang juga membutuhkan minum layaknya manusia dan tumbuhan. Air yang baik diminum oleh hewan adalah air yang tidak mengandung racun. Oleh karena itu pada saat akan memberikan minum hewan ternak, perlu memperhatikan air yang akan diberikan supaya tidak terjadi keracunan air minum pada hewan ternak (Fadilah, 2013). Ayam merupakan salah satu hewan ternak yang banyak dijadikan bahan makanan di dunia. Oleh karena itu untuk menjaga kestabilan produksi ayam, maka perlu memperhatikan kesehatan ayam baik

dari pemberian pakan maupun air minumnya. Air minum yang diberikan pada ayam harus cukup serta baik kualitasnya. Kualitas air dipengaruhi oleh adanya bakteri *Eschericia coli*, pH air, kadar magnesium, kadar nitrat dan nitrit, kadar sodium/klorida, serta mineral lainnya (Anggorodi, 1985).

Pada kondisi normal ayam membutuhkan air minum sebanyak kurang lebih 2 (dua) kali jumlah pakan yang dikonsumsi. Ayam tidak dapat minum air dalam jumlah banyak dalam waktu singkat, maka perlu penyediaan air secara terus menerus. Oleh karena itu perlu adanya sebuah teknologi yang dapat menyediakan persediaan air

untuk ayam secara otomatis untuk memudahkan dan mengurangi kerja manusia (Risnajati, 2011).

Daerah yang berlokasi khususnya muara, banyak dijumpai air payau. Air payau merupakan air yang berasal dari campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Air payau memiliki kandungan garam dalam satu liter air berkisar antara 0,5 sampai 30 gram (Suprayogi, dalam Darmawansa, 2014). Jika kadar garam melebihi 30 gram dalam satu liternya, maka air tersebut merupakan air asin. Air payau memiliki ciri-ciri yaitu warna kekuningan, derajat keasaman (pH) 7-9, salinitas 0,5-30 ppm, kesadahan lebih dari 500 mg/l, zat padat terlarut (TDS) 1500 – 6000 ppm, kandungan logam Fe 2 – 5 ppm dan kandungan Mn 2–3 ppm. Dari ciri air payau diatas dapat kita ketahui bahwa air payau memiliki kandungan logam berat yang berbahaya untuk ayam. Oleh karena itu perlu suatu teknologi untuk mengolah air payau menjadi air yang layak untuk minum ayam (Mudiat, 1996).

Proses pengolahan air payau menjadi air tawar atau air yang layak diminum oleh manusia atau hewan disebut desalinasi air payau yaitu menghilangkan kadar garam berlebih pada air. Proses desalinasi melibatkan tiga aliran cairan, yaitu umpan berupa air payau ataupun air asin (misalnya air laut), produk bersalinitas rendah, dan konsentrat bersalinitas tinggi. Ada beberapa teknologi yang digunakan dalam desalinasi air payau yaitu distilasi atau penguapan, teknologi proses dengan menggunakan membran, proses pertukaran ion dll. Teknologi desalinasi menggunakan membran *reverse osmosis* cenderung praktis dan ekonomis dibanding proses desalinasi lainnya. (Riyadi dan Yunanda, 2017).

Membran *Reverse Osmosis* didefinisikan sebagai membran semi permeabel yang mampu melakukan pemisahan air tawar dari larutan garam dengan tekanan yang lebih tinggi dari tekanan osmosa larutan garam. Pemisahan komponen terlarut berukuran 0,001 sampai 0,01

$\mu\text{m}$  dan partikel yang berat molekulnya rendah dapat dilakukan oleh membran *Reverse Osmosis*. Apabila membran semipermeabel memisahkan air tawar dan air garam, maka air tawar dan air garam akan mendifusi membran dan mengencerkan larutan garam. Peristiwa ini disebut Peristiwa Osmosa. Apabila tekanan air garam lebih tinggi dari tekanan osmosa, air yang terdapat dalam air garam didorong menuju air tawar melalui membran semipermeabel maka peristiwa ini disebut *Reverse Osmosa* (Robiatun, 2003). Keunggulan dari teknologi *Reverse osmosis* ini dari teknologi yang lain antara lain adalah energi yang dibutuhkan relatif rendah, minimnya permasalahan korosi alat, kemudahan dalam penggantian dan pemasangan serta instalasinya yang mudah terintegrasi dengan sistem yang ada (C.B. Rasrendra & Hanggara Sukandar, 2002).

Menurut *International Society of Automation* Otomasi adalah kreasi dan penerapan teknologi untuk melakukan pemantauan dan kontrol produksi serta pengiriman produk dan layanan. Sedangkan menurut *Technopedia* Otomasi adalah kreasi dan penerapan teknologi untuk memproduksi dan mengirimkan barang dan jasa dengan meminimalkan campur tangan manusia. Penerapan teknologi, teknik, dan proses otomatis meningkatkan efisiensi, keandalan, atau kecepatan banyak tugas yang sebelumnya dilakukan oleh manusia. Pada penelitian ini diharapkan sistem pengolahan air payau menjadi air minum yang dapat dimonitoring dan dikontrol sehingga memaksimalkan air bersih yang dihasilkan serta mengurangi usaha yang diperlukan dalam pemberian air minum untuk ayam.

*Microcontroller* adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC *microcontroller* terdiri dari satu atau lebih inti Prosesor (CPU), Memori

(RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram. Pada penelitian ini penulis menggunakan *microcontroller*

Dari masalah diatas, maka penulis mencoba melakukan penelitian dengan judul “otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum dengan *reverse osmosis* berbasis *microcontroller*” yang mana pada penelitian ini, penulis mencoba membuat suatu rancangan prototipe sistem pengolahan air payau menjadi air

### METODE PENELITIAN

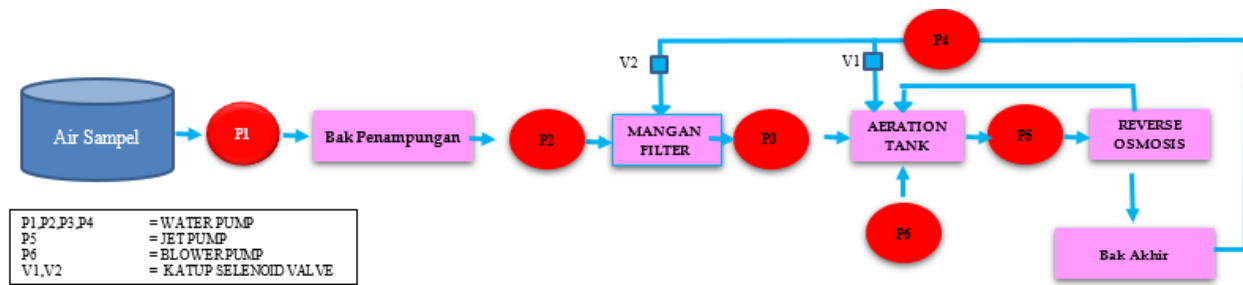
Pada penelitian Otomasi Sistem Pengolahan Air Payau Menjadi Air Minum Dengan Prinsip *Reverse Osmosis* Berbasis *Microcontroller*, menggunakan R&D (*Reserch and Development*) yang mana pada penelitian ini merupakan pengembangan dari alat pengolahan air payau

arduino menimbang arduino merupakan suatu perangkat *opensource* dan harganya cenderung lebih murah.

minum secara otomasi menggunakan *microcontroller* arduino yang akan diaplikasikan pada peternakan ayam sebagai solusi tepat guna dalam pemberian air minum bagi peternakan ayam khususnya peternakan ayam yang berlokasi didaerah muara.

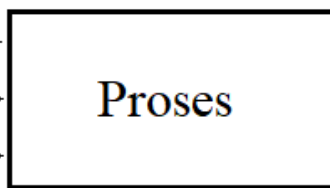
menjadi air minum dengan prinsip *reverse osmosis* dibuat menjadi otomasi menggunakan *micocontroller*.

Pada penelitian ini terdapat perancangan perangkat keras(*hardware*) dan perangkat lunak(*software*). Rancangan kerja sistem secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar 1.



### Kualitas Air Payau

pH (7 - 9)  
TDS (1500 - 6000 PPM)  
Turbidity (keruh)



### Kualitas Air Bersih

pH (6,5 - 8,5)  
TDS (< 150 PPM)  
Turbidity (jernih)

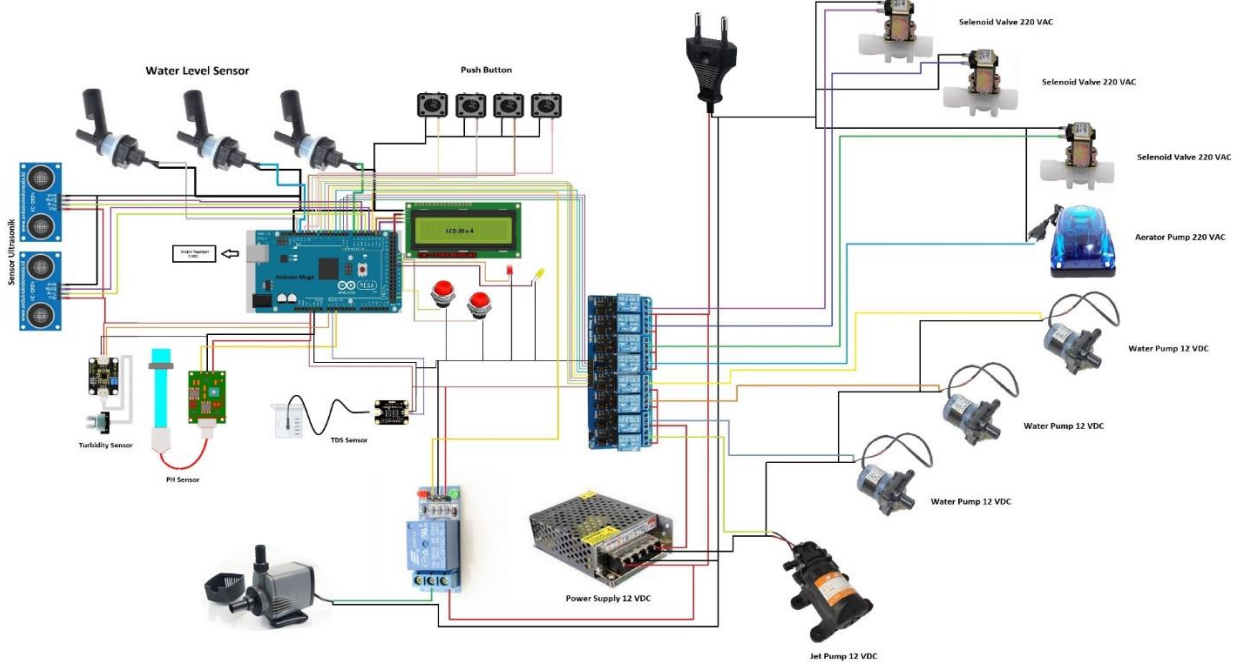
Gambar 1. Blok Diagram Proses Sistem Pengolahan Air Payau menjadi Air Minum

1. Perancangan Perangkat Keras (*hardware*)  
Perancangan hardware pada otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum

berbasis *microcontroller* bertujuan untuk menggambarkan koneksi antara input dan output yang digunakan dalam penelitian ini.

Perancangan perangkat keras otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum dengan prinsip *reverse osmosis* berbasis

*microcontroller* dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Wiring Diagram Perancangan Otomasi Sistem Pengolahan Air Payau menjadi Air Minum berbasis *Microcontroller*

2. Perancangan Perangkat Lunak (*software*)

Perancangan *software* otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum berbasis *microcontroller* ini bertujuan untuk mengetahui cara memprogram *microcontroller* sehingga dapat membuat perancangan hardware yang telah dibuat dapat berkerja secara otomatis. Pada perancangan *software* ini, peneliti menggunakan IDE arduino sebagai *software* untuk membuat program sistem otomasi pada penelitian ini.

Untuk melakukan rancangan terhadap *software*, perlu diketahui pin-pin yang dihubungkan/digunakan dalam penelitian ini. Berikut adalah pin yang digunakan dalam perancangan sistem otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum berbasis *microcontroller*. Pin input dan output tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pin Input dan Output yang Terhubung ke Arduino Mega

NO	Alat	Pin digital	Pin analog
1	Water level 1	12	
2	Water level 2	13	
3	Water level 3	14	
4	Sensor TDS		A1
5	Sensor pH		A2
6	Valve 1	8	
7	Valve 2	10	
8	Valve 3	2	
9	Aerator	3	
10	Pompa 1	4	
11	Pompa 2	9	
12	Pompa 3	5	
13	Pompa 4	6	
14	Jetpump	7	

15	<i>Push button 1</i>	36	
16	<i>Push button 2</i>	19	
17	<i>Push button 3</i>	38	
18	<i>Push button 4</i>	11	
19	<i>Push button manual</i>	33	
20	<i>Push button Auto</i>	31	
21	LED indikator manual	37	
22	LED indikator auto	35	
23	HCSR04 (echo1)	16	
24	HCSR04 (trig1)	15	
25	HCSR04 (echo2)	18	
26	HCSR04 (trig2)	17	

27	Sensor turbidity		A0
28	I2C LCD (SCL)	21 (SCL)	
29	I2C LCD (SDA)	20 (SDA)	

Dari tabel 1 diatas dapat kita ketahui pin-pin yang digunakan pada perancangan software penelitian ini. Pin-pin yang diketahui akan dimasukkan ke dalam program sebagai pengalaman input dan output.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian pengujian sistem secara keseluruhan terdapat pengujian sistem alat dalam kondisi manual dan kondisi otomatis. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan tersebut dapat ditunjuk pada tabel 5 dan 6.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan Saat Ditekan *Push Button* Manual

Step	INPUT					OUTPUT									
	PB Manual	PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	LI Manual	P1	P2	P3	P4	Jet pump	V 1	V 2	V 3	Aerator
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan Saat Ditekan *Push Button* Otomatis

Step	INPUT										OUTPUT									
	PB Auto	WL 1	WL 2	WL 3	pH	TDS	Turbidity	Ultrasonik 1		Ultrasonik 2	LI Auto	P1	P2	P3	P4	Jet pump	V 1	V 2	V 3	Aerator
								28	< 11											
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
7	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
8	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
10	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
11	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
12	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
13	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
14	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
15	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
16	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
17	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
18	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
19	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
20	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
21	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
22	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
23	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

**Analisis**

Pada perancangan otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum ini memiliki 14 input dan 11 output. Yang mana input terdiri dari 2 buah push button untuk pilihan kondisi awal yang diinginkan berupa manual atau otomatis dan terdapat 4 buah push button yang berfungsi untuk kondisi manual yang menggerakkan output serta terdapat 8 buah sensor sebagai parameter dari sistem otomasi ini. Output pada sistem ini terdiri dari 4 pompa air celup (submersible), 1 pompa jetpump, 1 pompa aerator, 2 LED serta 3 selenoid valve.

Cara kerja dari sistem ini adalah ketika sistem dihidupkan, maka kita perlu menekan push button untuk kondisi manual atau otomatis yang mana untuk kedua kondisi terdapat LED sebagai

lampu indikator bahwa kondisi yang dijalankan adalah push button yang ditekan.

Pada tabel 2 saat kondisi manual, terdapat 4 push button yang akan menjalankan sistem. Push button pertama berfungsi untuk menjalankan pompa 1 dan pompa 2 yang mana pompa 1 berfungsi untuk menyedot air payau yang akan menjadi sampel pada penelitian ini untuk masuk ke bak penampungan dan pompa 2 berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penampungan ke bak filter mangan zeolit. Push button kedua berfungsi untuk menghidupkan pompa 3 dan pompa aerator yang mana pompa adalah pompa yang mengalirkan air dari bak filter mangan ke bak aeration dan pompa aerator adalah pompa yang terdapat pada bak aeration yang berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan sehingga

air menghasilkan gelembung untuk menghilangkan bau pada air. Push button 3 berfungsi untuk menjalankan jetpump yang mana jetpump akan menyedot air dan masuk ke filter reverse osmosis (RO), hasil dari air tersebut masuk kebak akhir dimana terdapat sensor turbidty, sensor pH dan sensor TDS yang berfungsi untuk mengetahui kualitas dari air yang telah difilter. Push button keempat berfungsi untuk menjalankan pompa 4 dan selenoid valve 1 yang mana pompa 4 adalah pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air kembali sebagai feedback apabila kualitas air belum sesuai dengan yang diinginkan dan selenoid valve adalah katup yang terletak pada bak filter mangan berfungsi untuk mengalirkan air yang dipompa oleh pompa 4 tadi masuk ke bak mangan filter.

Pada tabel 3 saat kondisi otomatis, pompa 1 akan langsung dalam kondisi aktif yang mana air payau akan masuk ke bak penampungan awal yang terdapat sensor water level jenis pelampung sehingga saat air sudah penuh pada bak penampungan awal, maka sensor water level akan bernilai 1 dan pompa 1 akan mati, pompa 2 akan hidup. Jika air berkurang dan membuat water level dibak penampungan awal bernilai 0, maka pompa 1 akan aktif kembali sampai water level bernilai 1. Pompa 2 akan hidup dan mengalirkan air ke bak filter mangan. Dibak filter mangan terdapat water level yang apabila water level dibak ini bernilai 1, Maka pompa 2 akan mati dan pompa 3 akan aktif. Apabila air pada bak filter mangan berkurang dan membuat water level tersebut bernilai 0, maka pompa 2 akan aktif kembali sampai water level bernilai 1. Pompa 3 akan hidup dan mengalirkan air ke bak filter aeration yang mana di bak ini terdapat sensor ultrasonik yang berfungsi untuk membaca ketinggian air. Masing-masing bak memiliki ketinggian 40 cm, sensor ultrasonik dipasang pada bagian atas bak. Sensor ultrasonik diprogram apabila jarak air dari sensor ultrasonik sama dengan 28 cm, maka jetpump akan aktif dan apabila sensor ultrasonik membaca jarak air

dengan sensor kurang dari 11 cm, maka pompa 3 akan berhenti dan akan hidup kembali apabila sensor ultrasonik membaca bahwa jarak air dengan sensor melebihi 11 cm. Jetpump akan aktif untuk mengalirkan air melewati filter reverse osmosis (RO) dan masuk ke bak hasil yang terdapat sensor pH, sensor turbidity, sensor TDS sebagai parameter kualitas air yang diinginkan, jika air yang dibaca oleh sensor ini tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka pompa 4 akan aktif dan memfeedback air tersebut kembali dan juga pada bak hasil ini terdapat sensor water level yang mana ketika air sudah mencapai batas sensor water level, maka jetpump akan mati dan akan hidup kembali apabila air berkurang dan sensor water level bernilai 0.

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara menjalankan keseluruhan sistem dan mengamati hasil pengujian sistem secara langsung serta mengamati sensor yang terbaca melalui LCD. Proses saat melakukan pengujian sistem secara keseluruhan tersebut dapat ditunjuk pada gambar 3.



Gambar 3. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Hasil air yang telah diolah tersebut akan dibaca oleh sensor untuk mengetahui apakah air tersebut sudah sesuai dengan parameter yang diinginkan. Parameter pada penelitian ini adalah



sensor TDS, pH dan turbidity. Pembacaan parameter tersebut akan ditampilkan pada LCD. Tampilan hasil pengujian dapat ditunjuk pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Hasil Pengujian Air

## KESIMPULAN

Setelah melakukan percobaan terhadap perancangan Otomasi Sistem Pengolahan Air Payau berbasis *Microcontroller* yang telah dibuat maka dapat disimpulkan bahwa :

Perancangan otomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum merupakan sistem pengolahan air payau menjadi air minum yang dapat dikontrol menggunakan *microcontroller* (*MC*). Sistem ini merupakan prototipe alat yang mengotomasi sistem pengolahan air payau menjadi air minum dengan *reverse osmosis* berbasis *microcontroller* arduino. Perancangan ini terdapat 4 buah parameter yang akan menggerakkan aktuator, yaitu pH sensor, Turbidity sensor, TDS sensor, Water level sensor, dan sensor ultrasonik dengan aktuator pompa serta selenoid valve. Sensor turbidity sebagai pengukur tingkat kejernihan dan kekeruhan pada bak hasil sekaligus sebagai parameter yang akan membuat aktuator bekerja jika tidak sesuai dengan parameter yang diinginkan. Pada penelitian ini, tingkat kejernihan air hasil pengolahan tersebut terukur dengan sampel air keruh adalah 23,24 NTU. Sensor pH sebagai pengukur tingkat kadar pH yang terkandung dalam air pada bak hasil sekaligus sebagai parameter yang akan membuat aktuator bekerja jika tidak sesuai dengan parameter yang

diinginkan. Pada penelitian ini, tingkat pembacaan sensor pH memiliki error paling besar 0,070. Sensor TDS sebagai pengukur tingkat kepadatan larutan yang terkandung dalam air pada bak hasil sekaligus sebagai parameter yang akan membuat aktuator bekerja jika tidak sesuai dengan parameter yang diinginkan. Pada penelitian ini, tingkat kejernihan air hasil pengolahan tersebut terukur dengan sampel air payau adalah 595 ppm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bastuti, S., Candra, A., Maulana, Y., Alfatiyah, R., dan Zulziar, M. 2021. Rancang Bangun Teknologi Fil Terisasi Air Kotor Menjadi Air Bersih Memanfaatkan Teknologi RO. JITMI Vol. 4, No. 1, 2021. P-ISSN 2620-5793, e-ISSN 2685-6123.
- Hidayah, M. 2018. Pengolahan Air Limbah Menjadi Air Minum Dengan Mehilangkan Amonium Dan Bakteri E-Coli Melalui Membran Nanofiltrasi. Vol. 1. No. 1, doi: <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i1.2668>.
- Sabar, Yahya, dan M. N., Mufidah, Z. 2021. Sistem Otomasi Ekstraksi Radioceesium pada Pengambilan dan Preparasi sampel untuk Menentukan Kualitas Air. vol. 9, no. 2, 2021, doi:



- <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.02.03>.
- Sefentry, A., dan Masrianty, R. 2020. Pemanfaatan Teknologi Membran Reverse Osmosis (RO) Pada Proses Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih. Vol. 5, No. 1, 2020.
- Singgih, H., Subiyantoro, dan Siswoko. 2019. Aplikasi Kontrol PID Pada Proses Pengolahan Air Laut Menggunakan Metode Reverse Osmosis Berbasis DCS. Vol. 17, No. 02, 2019, ISSN 1693-4024.
- Widayat, W. 2005. Pengolahan Air Payau Menggunakan Teknologi Membran Sistem Osmosa Balik Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Minum Masyarakat Kepulauan Seribu. Vol. 1 , No.3 2005.
- Risnajati, D. 2011. Pengaruh Pengaturan Waktu Pemberian Air Minum yang Berbeda Temperatur terhadap Performan Ayam Petelur Periode Grower. Vol. 9 (2) : 77-81 ISSN 1693-8828.
- Fadilah R. 2013. Peternak Ayam Broiler. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Anggorodi, R. 1985. Kemajuan Mutakhir dalam Ilmu Makanan Ternak Unggas. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Darmawansa. Wahyuni, N., Jati, D.R. 2014. Desalinasi Air Payau Dengan Media Adsorben Zeolit Di Daerah Pesisir Pantai Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Mempawah. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Mudiat, T. 1996. Desalinasi Air Laut dengan Destilasi. Jakarta: PLTU/PLTG Sektor Priok
- Riyadi, D.M.N., Yunanda, E.A. 2017. Desalinasi Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Menggunakan Metode Reverse Osmosis. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Robiatun, 2003, Membran Reverse Osmosis dalam Proses Desalinasi Airl Laut, Bulletin Penelitian Vol. XXV No.3, Desember 2003.
- C.B. Rasrendra & Hanggara Sukandar, 2002, Desalinasi dengan Reverse Osmosis Tekanan Rendah, Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.