

KONTROL DAN MONITORING PROSES FILTRASI AIR MENGGUNAKAN HMI

Sigit Sarifudin¹, Arif Sumardiono^{2*}, Galih Mustiko Aji³

Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap, Kabupaten Cilacap, Indonesia ^{1,2,3}

*korespondensi: arifsumardiono@pnc.ac.id

Abstract

At Politeknik Negeri Cilacap, specifically in the Department of Electronics Engineering building, there is a water reservoir used for collecting groundwater to meet the needs of toilet flushing, ablution (wudu), and cooking. The filling of this water reservoir is still done manually and without any filtration process. As a result, water shortages for daily needs frequently occur, and the available water still contains soil particles. Based on this situation, an automated water treatment system using the filtration and backwash method has been designed, aiming to treat well water. This device system can be operated both manually and automatically, equipped with an HMI (Human-Machine Interface) and an Arduino Mega 2560 as the microcontroller. The water measurement process in this system utilizes a Turbidity sensor, conducted before and after the filtration process. The testing results show that the system functions well. Filtration process testing on raw water with an initial turbidity value of 5 NTU demonstrated that after the water underwent filtration, the turbidity value decreased to 3 NTU.

Keywords: Arduino Mega, Turbidity Sensor, Water Filtration.

Abstrak

Di Politeknik Negeri Cilacap khususnya gedung jurusan Teknik Elektronika, terdapat sebuah tandon air yang digunakan untuk penampungan air dari dalam tanah untuk memenuhi keperluan pengairan toilet, kebutuhan wudu dan memasak. Pengisian tandon air tersebut masih menggunakan cara manual dan tanpa proses filtrasi. Sehingga kekosongan air untuk kebutuhan sehari – hari sering terjadi dan air yang ada masih mengandung unsur tanah. Berdasarkan hal tersebut, dirancang sebuah sistem otomatisasi pengolahan air metode filtrasi dan *backwash*, bertujuan untuk mengolah air sumur. Sistem alat ini dioperasikan secara manual dan otomatis, serta dilengkapi HMI, dan Arduino Mega 2560 sebagai mikontroler. Proses pengukuran air pada sistem ini menggunakan sensor Turbidity, hasil pengukuran proses sebelum dan sesudah filtrasi air ditampilkan pada HMI. Dari hasil pengujian sistem dapat berfungsi sesuai dengan baik. Pengujian proses filtrasi pada air bahan baku sebesar 5,3 NTU setelah air difiltrasi nilai kekeruhan air menurun menjadi 3,11 NTU.

Kata Kunci: Arduino Mega, Filtrasi air, Sensor Turbidity.

I. PENDAHULUAN

Di Politeknik Negeri Cilacap khususnya gedung jurusan Rekayasa Elektronika dan Mekatronika terdapat sebuah tandon air yang digunakan untuk penampungan air dari dalam tanah. Tandon air ini digunakan untuk memenuhi keperluan pengairan toilet, kebutuhan wudu dan memasak. Pengisian tandon air tersebut masih menggunakan cara manual dan tidak ada proses filtrasi. Kekosongan air pada tandon sering sekali terjadi disebabkan oleh kelalaian manusia. Di sisi lain, pada saat pengisian tandon, air sering kali mengalami *over filled* hal ini membuat air terbuang sia – sia. Tandon air ini juga tidak ada proses pengolahan air nya, akibatnya air masih mengandung unsur tanah.

Dalam penelitian ini dibuat sistem *control* dan monitoring proses filtrasi air menggunakan HMI untuk memonitoring kekeruhan air dan ketinggian air pada tandon, serta mengontrol proses filtrasi dan *backwash* dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan Sensor Turbidity SEN09 sebagai *input* dan HMI sebagai *control* dan monitoring. Sensor ultrasonik dapat mengukur ketinggian level air, sensor turbidity dapat membaca kekeruhan air sebelum dan sesudah proses filtrasi dan HMI dapat menampilkan ketinggian air, kekeruhan air dan kontrol proses filtrasi atau *backwash*.

II. KAJIAN PUSTAKA

Air merupakan sumber utama yang penting bagi kelangsungan hidup manusia, hewan, dan tumbuhan. Di samping itu, air juga memberikan berbagai kegunaan penting dalam aktivitas sehari-hari, termasuk untuk konsumsi, proses memasak, keperluan mencuci, dan berbagai keperluan

lainnya.[1][2][3]. Parameter-parameter yang dijadikan tolak ukur kualitas air untuk keperluan higiene sanitasi terdapat dan sudah diatur dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023. Pada peraturan tertulis bahwa untuk kadar maksimum yang diperbolehkan yakni kekeruhan < 3 NTU [4].

Untuk mencapai efisiensi dalam pengisian tandon air dan proses filtrasi, diperlukan pengendalian dan pemantauan penggunaan. Alat yang akan dibuat adalah sistem control dan monitoring proses filtrasi air menggunakan HMI. HMI digunakan untuk mengontrol sistem dan menampilkan visualisasi dari instalasi pipa filtrasi [5][6].

Penelitian sebelumnya tentang pembuatan filter air dilakukan oleh Muhriansyah Fatimura dengan judul “Pembuatan Saringan Cepat (Penggunaan Pipa PVC Dengan Sistem Backwash). Alat ini menggunakan media pipa berukuran 4 inci yang digunakan untuk tempat media filter, dengan cara kerja sistem filtrasi dan *backwash*. Alat ini dapat memfilter air keruh menjadi jernih. Kekurangan dari penelitian ini yaitu untuk pengoperasian proses filtrasi dan *backwash* menggunakan valve manual, sehingga perlu diganti menggunakan valve elektrik, dan terintegrasi dengan *microcontroller*[7]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Affan Bachri “Rancangan bangun Sistem Penjernihan Air Otomatis Berdasarkan Turbidity Meter Berbasis Mikrokontroler” menciptakan alat sebagai monitoring. Alat dapat memonitoring kekeruhan air berdasarkan sensor turbidity dengan jarak jauh secara *real time* karena alat ini terintegrasi dengan IoT. Masih terdapat kekurangan dari penelitian ini, yakni alat ini hanya bisa memonitoring kekeruhan air dan tidak dapat memfiltrasi air [8].

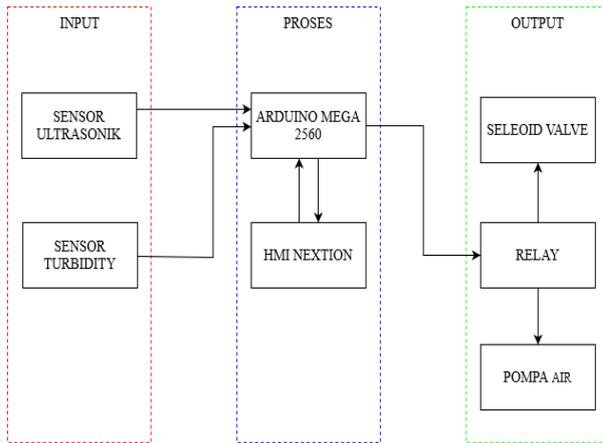
Penelitian yang dilakukan oleh Herlambang Pramudita dan Retnoningsih dengan judul “Sistem Monitoring

Kedalaman Dan Kekeruhan Air Berbasis IoT” berhasil membuat sistem monitoring kedalaman dan kekeruhan air terintegrasi IoT. Kekurangan dari alat ini adalah tidak ada filtrasi air [9].

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Appiani dengan judul penelitian “Sistem Kendali Dan Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Pada PDAM menggunakan Arduino Uno. Pada penelitian ini berhasil dibuat sebuah sistem monitoring kekeruhan air terintegrasi IoT Blynk. Kekurangan dari penelitian ini adalah tidak ada filtrasi air [10].

III. METODE

A. Diagram Blok

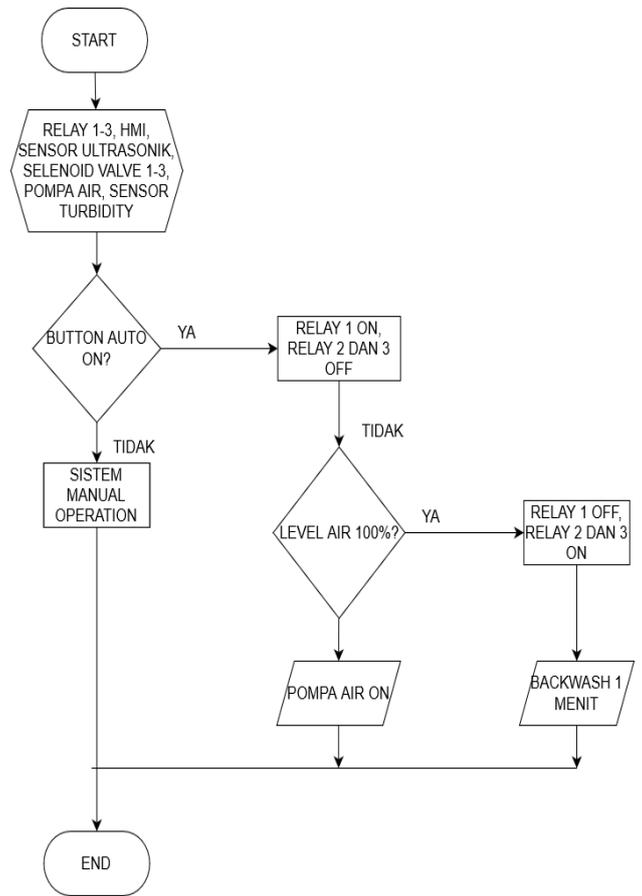


Gbr 1. Blok Diagram

Diagram blok di atas memiliki 3 bagian yaitu *input* sensor ultrasonik dan sensor turbidity. Bagian *input* adalah terdiri dari sensor ultrasonik membaca ketinggian level air pada tandon, sensor turbidity untuk membaca kekeruhan air sebelum difiltrasi dan sesudah difiltrasi. Arduino Mega sebagai mikrokontroller yang membaca dan memproses data, *HMI* untuk mengontrol sistem dan bagian terakhir ada output yang terdiri dari relay, selenoid valve dan pompa air.

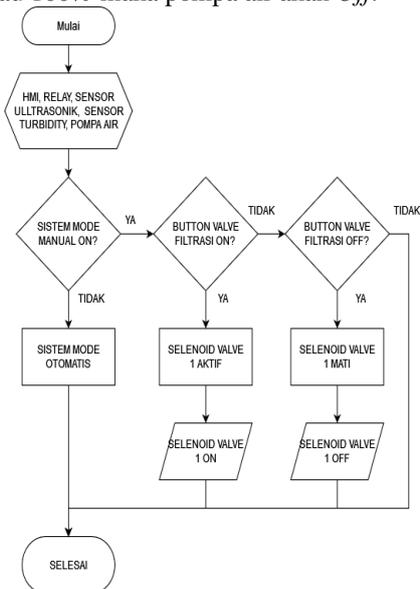
B. Flowchart Sistem

Flowchart Sistem memudahkan pembaca untuk mengetahui cara kerja dari alat. Sistem dari alat ini dapat bekerja dengan cara manual maupun otomatis. *Flowchart* cara kerja otomatis dapat dilihat pada Gambar 2 sedangkan cara kerja manual dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr 2. Flowchart Manual Operation

Sistem diinisialisasi *HMI*, relay, selenoid valve, sensor ultrasonik, dan pompa air. Ketika *Button Auto HMI* ditekan maka relay 1 akan on dan menghidupkan selenoid valve 1, relay 2 off, relay 3 off, selenoid valve 2 off, selenoid valve 3 off. Sensor ultrasonik membaca level ketinggian drum air hasil filtrasi, ketika ketinggian air hanya 50% atau kurang maka pompa air akan *On* dan ketika ketinggian air sama dengan atau 100% maka pompa air akan *Off*.

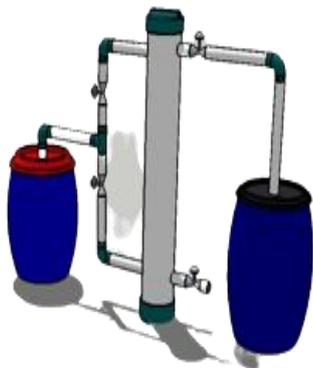


Gbr 3. Flowchart Manual Operation

Pada Gambar 3 menjelaskan bahwa sistem ini memiliki prinsip kerja sebagai berikut. Sistem menginisialisasi *HMI*, relay 1 – 3, Selenoid Valve 1 – 3, Pompa Air. Ketika *button* Manual *HMI* ditekan, maka sistem berada dalam mode manual, kemudia *button* valve filtrasi on ditekan, maka relay 1 dan selenoid valve 1 aktif, dan jika *button* valve filtrasi off ditekan, maka relay 1 dan selenoid valve 1 akan Off, begitu juga dengan valve backwash 1, valve backwash 2 dan pompa air memiliki prinsip kerja yang sama yang membedakan hanya beban yang digunakan.

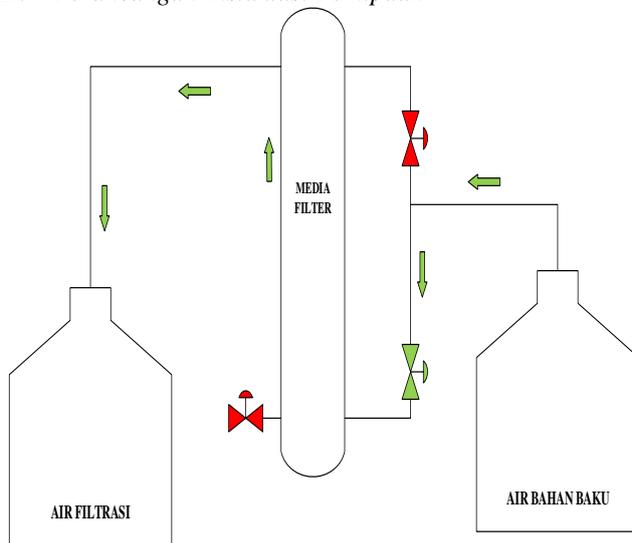
C. Desain Alat Perancangan Pipa

Alat ini berupa prototype yang terdiri dari 2 buah drum, 3 selenoid valve dan 1 pipa ukuran 4 inci. Drum 1 digunakan menampung air bahan baku sebelum difiltrasi, drum 2 digunakan untuk menampung air sesudah difiltrasi, selenoid valve digunakan mengatur proses filtrasi ataupun backwash. Untuk lebih jelasnya, Desain Perancangan pipa dapat dilihat pada Gambar 4.



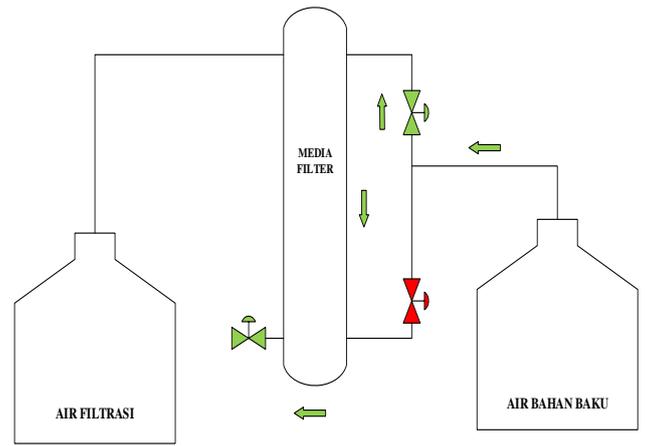
Gbr 4. Perancangan Pemipaan

D. Perancangan Instalkasi Pemipaan



Gbr 5. Desain Pemipaan Proses Filtrasi

Gambar 5 merupakan rancangan pemipaan yang dibuat untuk proses filtrasi air. Cara kerja dari proses filtrasi ini adalah air berasal dari drum air bahan baku, kemudian air mengalir melalui selenoid valve filtrasi dan masuk ke media filter, setelah itu air mengalir kedalam drum penampungan air filtrasi

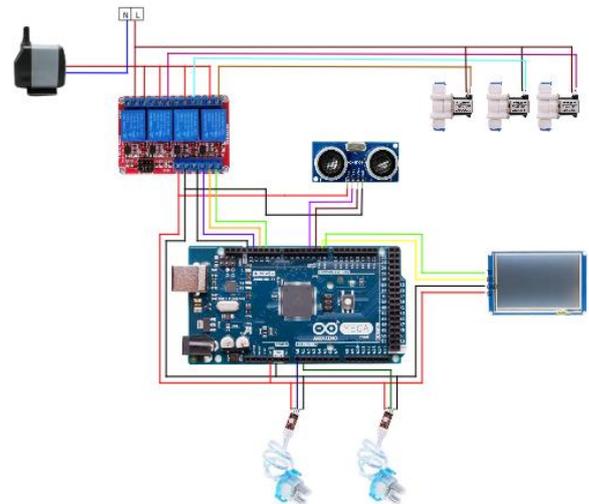


Gbr. 6 Desain Pemipaan Proses Backwash

Gambar 6 merupakan perancangan pemipaan proses *backwash*. Cara kerja dari sistem *backwash* ini adalah air mengalir dari drum bahan baku kemudian menuju selenoid valve backwash 2 dan masuk kedalam media filter untuk membersihkan filter, setelah air masuk kedalam media filter, air akan dibuang keluar melalui selenoid valve backwash 2

E. Rangkaian alat

Gambar 7 menunjukkan urutan *wiring* semua kabel.



Gbr 7. Rangkaian Alat

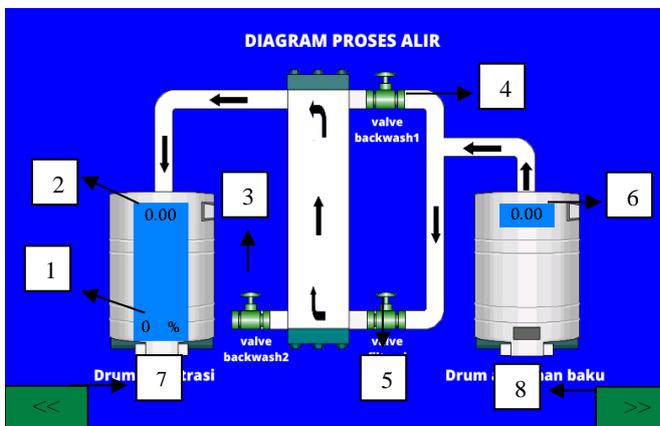
Rangkain alat pada penelitian ini terdiri dari 2 buah sensor turbidity, sensor ultrasonik sebagai inputan, Mikrokontroler berupa Arduino Mega untuk memproses data, *HMI* untuk menampilkan data dan yang terakhir adalah bagian output yang terdiri dari Relay 4 channel, selenoid valve dan pompa air.

F. Tampilan HMI

Tampilan pada *HMI* terdiri dari 3 menu, menu pertama adalah tampilan *Home*, menu yang kedua merupakan tampilan Diagram Proses Alir yang berisi visualisasi dari alat yang dibuat, dan yang ketiga adalah menu tampilan control yang digunakan untuk mengontrol sistem.



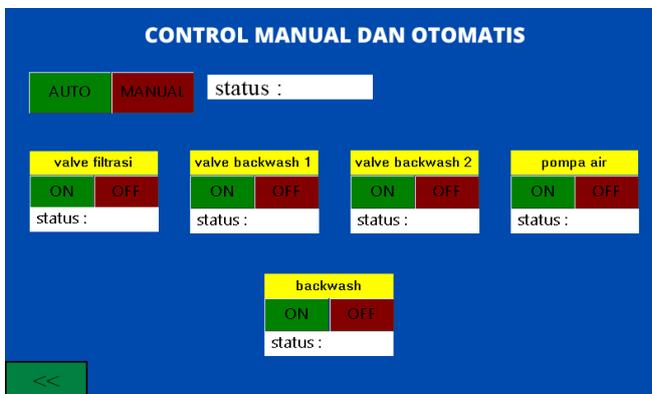
Gbr 8. Tampilan Home HMI



Gbr 9. Tampilan Proses Diagram Alir

Keterangan:

1. Level ketinggian air pada drum air filtrasi
2. Nilai kekeruhan air pada drum air filtrasi
3. Valve backwash2
4. Valve backwash1
5. Valve viltrasi
6. Nilai kekeruhan air pada drum air bahan baku
7. Button untuk pindah ke halaman Home
8. Button untuk pindah ke halaman Control



Gbr. 10 Tampilan Control Manual dan Otomatis

Menu Tampilan ini berfungsi untuk mengontrol sistem, supaya sistem dapat bekerja dengan cara manual atau otomatis. Cara kerjanya adalah ketika button *Auto* ditekan,

maka sistem bekerja dengan cara otomatis, sebaliknya jika button manual ditekan, maka sistem akan bekerja dengan cara manual.

G. Hasil Alat



Gbr 11. Prototype Alat Filterisasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil pembuatan penelitian *Control* dan *Monitoring* Proses Filtrasi Air menggunakan *HMI*. Sebelum alat dioperasikan, dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan alat.

A. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 diuji dengan 5 kali percobaan untuk mengetahui keakuratan sensor dalam pembacaan jarak dengan membandingkan dengan pembacaan jarak sesungguhnya yang diukur dengan meteran.

Tbl 1. Pengujian Ultrasonik HC-SR04

Percobaan	Jarak terbaca	Jarak sebenarnya	Error
Percobaan 1	10 cm	10.14 cm	1,4%
Percobaan 2	20 cm	21.09 cm	0,04%
Percobaan 3	30 cm	30.62 cm	2,76%
Percobaan 4	40 cm	40.58 cm	0,42%
Percobaan 5	50 cm	51.63 cm	1,58%
Rata – rata nilai error: 1,84%			

Dari hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 yang dilakukan selama 5 kali percobaan didapatkan presentase *error* sebesar 1,84%.

B. Pengujian Sensor Turbidity 1

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja dari sensor turbidity 1 pada saat pembacaan nilai kekeruhan air. Pengujian dilakukan selama 5 kali percobaan dengan menggunakan parameter Aquades yang memiliki nilai kekeruhan 0.44 NTU.

Tbl 2. Pengujian Sensor Turbidity 1

Percobaan	Kekeruhan Terbaca	Kekeruhan Sebenarnya	Error (%)
Percobaan 1	0.44 NTU	0.40 NTU	0,09%
Percobaan 2	0.44 NTU	0.43 NTU	0,02%
Percobaan 3	0.44 NTU	0.34 NTU	0,2%
Percobaan 4	0.44 NTU	0.36 NTU	0,18%
Percobaan 5	0.44 NTU	0.37 NTU	0,15%
Rata – rata error: 0,12%			

Dari hasil pengujian sensor Turbidity 1 yang dilakukan selama 5 kali percobaan, nilai error pembacaan sensor sebesar 0,12%.

C. Pengujian Sensor Turbidity 2

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja dari sensor turbidity 2 pada saat membaca kekeruhan air. Pengujian dilakukan selama 5 kali percobaan dengan menggunakan parameter aquades yang memiliki nilai kekeruhan 0.44 NTU.

Tbl 3. Pengujian Sensor Turbidity 2

Percobaan	Kekeruhan terbaca	Kekeruhan Sebenarnya	Error (%)
Percobaan 1	0.44 NTU	0.32 NTU	0,27%
Percobaan 2	0.44 NTU	0.43 NTU	0,02%
Percobaan 3	0.44 NTU	0.33 NTU	0,25%
Percobaan 4	0.44 NTU	0.35 NTU	0,20%
Percobaan 5	0.44 NTU	0.36 NTU	0,18%
Rata – rata nilai error: 0,19%			

Dari hasil pengujian sensor turbidity 2 yang dilakukan selama 5 kali percobaan, didapatkan nilai error pembacaan sensor sebesar 0,19%

D. Pengujian Automatic Operation Terhadap Level Air

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah pengisian air pada drum dapat berjalan secara otomatis dengan membaca level ketinggian air. Pada Penelitian ini pompa air di atur akan aktif ketika air berada pada level 50% atau dibawah 50%.

Tbl 4. Pengujian Automatic Operation

Level air	Kondisi beban							
	Valve 1		Valve 2		Valve 3		Pompa air	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
0%	√		√		√		√	
10%	√		√		√		√	
20%	√		√		√		√	
30%	√		√		√		√	
40%	√		√		√		√	
50%	√		√		√		√	
60%	√		√		√		√	
70%	√		√		√		√	
80%	√		√		√		√	
90%	√		√		√		√	
100%	√		√		√		√	√

E. Pengujian Manual Operation untuk menghidupkan beban

Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan button “Manual” terlebih dahulu, selanjutnya menekan tombol “On” pada setiap beban yang ada pada tampilan HMI,

Pengujian manual operation untuk menghidupkan beban dapat dilihat pada Tabel 5.

Tbl 5. Pengujian Manual Operation Menghidupkan Beban

Aksi	Kondisi Beban							
	Valve 1		Valve 2		Valve 3		Pompa air	
	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low
Valve filtrasi	√							
Valve backwash 1			√					
Valve backwash 2					√			
Pompa Air Backwash							√	

E. Pengujian Manual Operation untuk Mematikan beban

Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan button “Manual” terlebih dahulu, selanjutnya menekan tombol “Off” pada setiap beban yang ada pada tampilan HMI, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tbl 6. Manual Operation Mematikan Beban

Aksi	Kondisi beban							
	Valve 1		Valve 2		Valve 3		Pompa air	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
Off valve filtrasi		√						
Off valve backwash 1				√				
Off valve backwash 2						√		
Off Pompa Air								√
Off Backwash	√		√		√			

F. Pengujian Proses Filtrasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekeruhan air sebelum dan sesudah di filtrasi, pengujian dilakukan menggunakan air dari tanah yang dicampur dengan polutan tanah untuk mengetahui kemampuan media filter untuk memfiltrasi air.

Tbl. 7 Pengujian Proses Filtrasi

Level air	Pembacaan turbidity 1		Pembacaan turbidity 2	
	Sesudah filtrasi		Sebelum filtrasi	
	Air belum terdeteksi sensor			
0%	Air belum terdeteksi sensor			5.32 NTU
10%	Air belum terdeteksi sensor			5.24 NTU
30%	Air belum terdeteksi sensor			5.60 NTU
40%	3.09 NTU			5.36 NTU
50%	3.10 NTU			5.44 NTU
60%	3.45 NTU			5.24 NTU
70%	3.20 NTU			5.28 NTU
80%	3.33 NTU			5.30 NTU
90%	3.15 NTU			5.38 NTU
100%	3.20 NTU			5.40 NTU

Pada Tabel 7 nilai kekeruhan rata – rata hasil proses filtrasi sebesar 3.21 NTU, hasil ini sudah memenuhi peraturan Kemenkes tentang kejernihan air untuk keperluan higiene sanitasi. Ketika air dibawah 40%, sensor turbidity 1 tidak dapat membaca kekeruhan air, hal ini disebabkan pemasangan sensor pada drum tidak diletakkan didasar drum.

V. KESIMPULAN

Sistem sudah dapat bekerja keseluruhan dengan dibuktikan kinerja dari beberapa valve yang sesuai dengan yang di inginkan. Pengujian sensor turbidity setelah dilakukan proses kalibrasi dengan nilai error 0,12% hal ini menandakan sensor yang digunakan dalam keadaan baik dan bekerja dengan baik.

Sistem kontrol dan monitoring proses filtrasi air dapat bekerja dengan baik dibuktikan dengan penurunan nilai NTU air. Nilai NTU sebelum proses filterasi rata – rata yaitu 5,3 setelah dilakukan proses filterisasi menjadi rata – rata 3,11. Filterisasi air juga dibuktikan dengan keadaan tingkat kejernihan air yang berwarna coklat sebelum proses filterisasi menjadi berwarna bening.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Cilacap dan Jurusan Rekayasa Mekatronika yang telah memberikan tempat pelaksanaan penelitian, serta disediakan fasilitas untuk melakukan penelitian.

REFERENSI

- [1] Muhammad Metev & Pardjiyo Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
- [2] J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.
- [3] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, dan P. K. T. Mok, “A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT,” *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, hal. 569–571, Nov. 1999.
- [4] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, dan N. Gisin, “Highresolution fiber distributed measurements with coherent OFDR,” *Proc. ECOC’00*, 2000, paper 11.3.4, hal. 109.
- [5] R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, “High-speed digital-to-RF converter,” U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
- [6] (2002) The IEEE website. [Online], <http://www.ieee.org/>, tanggal akses: 16 September 2014.
- [7] Michael Shell. (2002) IEEEtran homepage on CTAN. [Online], <http://www.ctan.org/textarchive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/>, tanggal akses: 16 September 2014.
- [8] *FLEXChip Signal Processor (MC68175/D)*, Motorola, 1996.
- [9] “PDCA12-70 data sheet,” Opto Speed SA, Mezzovico, Switzerland.
- [10] A. Karnik, “Performance of TCP congestion control with rate feedback:TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP,” M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India, Jan. 1999.
- [11] J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, “A stochastic model of TCP Renocongestion avoidance and control,” Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. hal. 99-02, 1999.
- [12] *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification*, IEEE Std. 802.11, 1997.

BIOGRAFI PENULIS



Sigit Sarifudin merupakan mahasiswa Prodi Teknik Elektronika politeknik negeri Cilacap yang lahir pada tanggal 12 Mei 2002.



Arif Sumardiono S.Pd.M.T. merupakan dosen Prodi Teknik Elektronika politeknik negeri Cilacap yang lahir di Cirebon pada tanggal 12 Desember 1989. Menemuh Pendidikan S-1 di Prodi Pendidikan Teknik Elektro dan S-2 di Prodi Teknik Elektro ITB.