

Rancang Bangun Model Pengendali Katup Cerdas Bak Penampungan Air PDAM

Wrastawa Ridwan¹, Dienul H. Haryanto², dan Iskandar Z. Nasibu³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

¹wridwan@ung.ac.id, ²dienul.haryanto@gmail.com, ³zul.nasibu@ung.ac.id

Abstrak

Sebagai penyuplai air bersih, PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) berusaha menjaga kualitas air yang disalurkan ke masyarakat. Salah satu indikator kualitas air PDAM adalah tingkat kekeruhan yang dimonitor oleh operator secara visual selama 24 jam. Operator akan menutup katup air masuk apabila sumber air terlihat keruh. Penelitian ini merancang sistem katup cerdas untuk mengatasi kelemahan operator dalam memonitor kekeruhan air. Sistem ini akan mengendalikan buka tutup katup secara otomatis berdasarkan tingkat kekeruhan air yang masuk ke dalam bak penampungan. Sebagai pusat pengendali adalah mikrokontroler Arduino Uno. Tingkat kekeruhan air diukur oleh sensor kekeruhan (*turbidity sensor*) SKU:SEN0189 yang ditampilkan dalam LCD berukuran 16 x 2 m. Penutupan katup terjadi pada saat sistem mendeteksi kekeruhan air yang melebihi batas nilai yang telah ditetapkan. Setelah katup tertutup maka sistem akan mengirimkan pesan informasi berupa teks (SMS) kepada operator melalui modul GSM A6. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara baik, dimana katup akan menutup air masukan apabila deteksi tingkat kekeruhan melebihi referensi yang ditentukan, sekaligus juga mengirim SMS ke operator.

Kata kunci: kekeruhan air, katup cerdas, modul GSM A6, sensor kekeruhan SKU:SEN0189

Abstract

As a supplier of clean water, the PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) strived to ensure the quality of water supplied to the community. One indicator of water quality was the turbidity level, which was monitored by the operator for 24 hours. The operator closed the inlet valve if the inlet water source appeared turbid. This research designed an intelligent valve system to overcome the weaknesses of the operator in monitoring water turbidity. This system automatically controlled the opening and closing of the valve based on the level of turbidity of water entering the reservoir. As the control center, Arduino Uno microcontroller is used. The turbidity level of the water was measured by the turbidity sensor SKU: SEN0189, which was displayed on a 16 x 2 m LCD. After the valve was closed, the system send a text message (SMS) to the operator through a GSM A6 module. The test results showed that the system was work properly, i.e. closed the intake water valve if the detection of turbidity levels exceeded the specified reference, while also send an SMS to the operator.

Keywords: water turbidity, smart valve, GSM A6 module, turbidity sensor SKU:SEN0189,

1. Pendahuluan

Air telah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari, seperti untuk minum, masak, mandi, mencuci dan kebutuhan lainnya. Mengingat air sangat penting untuk kehidupan maka ketersediaan air bersih menjadi hal yang sangat vital. Di Gorontalo, sering kali sumber air yang tersedia, seperti air sungai, tidak layak untuk langsung disalurkan ke konsumen karena keruh, sehingga sumber air tersebut perlu ditampung dan diolah terlebih dahulu menjadi air bersih.

Kekeruhan (*turbidity*) adalah keadaan dimana transparansi air berkurang akibat bercampur dengan zat-zat tak-terlarut (Maemunnur, A. F., & Wiranto 2016; Rahmat Rasyid, Wildian Wildian 2013). Zat-zat ini dapat berasal dari bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air. Selama ini, kekeruhan air pada bak penampungan air PDAM dimonitor oleh operator secara visual selama 24 jam, yang memerlukan ketelitian dan kewaspadaan dari operator. Oleh karena keterbatasan operator, terkadang operator mengalami kelelahan sehingga tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan berakibat pada masuknya air keruh ke bak penampungan air PDAM. Berdasarkan hasil wawancara dengan pegawai PDAM Bone Bolango-Provinsi Gorontalo, operator bak penampungan air melakukan monitor terhadap tingkat kekeruhan air sumber dan melakukan tindakan pada instalasi pengolahan air secara manual. Jika terjadi kekeruhan pada sumber air dan tetap masuk ke kolam pengolahan maka akan merugikan pelanggan. Oleh karena itu, katup pipa pengisian air menuju bak penampungan harus ditutup jika kondisi air berada pada tingkat kekeruhan yang melewati batas standar.

Dengan mempertimbangkan kondisi tersebut maka perlu dibuat model katup cerdas yang dapat membuka dan menutup secara otomatis saluran masukan bak penampungan.. Aryasa (Komang Aryasa 2017) telah membuat prototipe aplikasi pendeteksi kekeruhan air menggunakan sensor photodiode dan menampilkan hasilnya secara *real time* pada komputer. Pada penelitian yang

Info Makalah:

Dikirim : 02-17-20;

Revisi 1 : 05-09-20;

Revisi 2 : 05-19-20;

Diterima : 05-22-20.

Penulis Korespondensi:

e-mail : wridwan@ung.ac.id

dilakukan Yuniarti (Yuniarti 2017), tingkat kekeruhan air diukur menggunakan prinsip hamburan cahaya. Sinar laser digunakan sebagai sumber cahaya yang akan dibiaskan oleh kekeruhan air. Nike Ika Nuzula (Nike Ika Nuzula, Wazirotus Sakinah 2017) menggunakan sensor suhu LM35 serta LED dan photodiode untuk membuat alat pendeteksi suhu dan kekeruhan air. Monitoring kualitas air danau dan PDAM dengan menggunakan 3 parameter monitoring yaitu kekeruhan, pH dan suhu dilakukan pada penelitian (Sukamto 2017). Mulyana dan Hakim (Mulyana and Hakim 2018) telah membuat prototipe sistem pemantauan kekeruhan air dengan menggunakan sensor ultrasonik dan photodiode dan menampilkan hasilnya pada LCD 2x16. Namun penelitian-penelitian tersebut hanya sampai pada mendeteksi tingkat kekeruhan air saja.

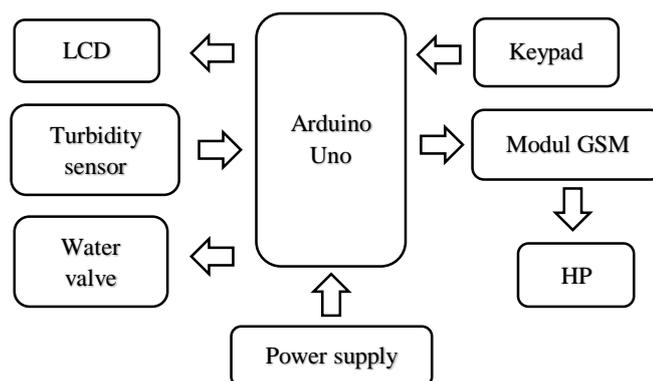
Penelitian ini bertujuan membuat model pengendali katup cerdas bak penampungan PDAM. Kecerdasan yang akan ditanamkan pada sistem ini yaitu katup dapat otomatis membuka dan menutup berdasarkan tingkat kekeruhan air. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kesalahan operator bak penampungan air PDAM dalam memonitor kualitas sumber. Selain itu, sistem dapat memberikan informasi melalui SMS ke operator apabila tingkat kekeruhan air melebihi batas yang ditentukan. Adapun kekeruhan air dideteksi oleh sensor *turbidity* (DFRobot n.d.), mikrokontroler Arduino Uno (Arduino n.d.; Winoto 2010) sebagai pusat pengolahan dan pengendalian data, sedangkan modul GSM digunakan untuk komunikasi SMS.

2. Metode

Rancang bangun model pengendali katup cerdas bak penampungan PDAM ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem pengendali katup cerdas bak penampungan air PDAM. Sistem ini menggunakan sensor kekeruhan (*turbidity sensor*) untuk mendeteksi kekeruhan air.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Katup Cerdas

Hasil pengukuran *turbidity sensor* dimasukkan ke mikrokontroler Arduino Uno, selanjutnya ditampilkan pada LCD. Nilai pengukuran *turbidity sensor* akan dibandingkan dengan nilai referensi. Jika hasil pengukuran melebihi nilai referensi, maka Arduino Uno akan memerintahkan *water valve* berubah ke kondisi *close*. Setelah itu, Arduino Uno melalui modul GSM akan mengirim SMS pemberitahuan ke nomor telepon operator, tentang nilai kekeruhan air dan informasi bahwa kondisi *water valve* telah tertutup.

Gambar 2 menunjukkan skema perancangan perangkat keras. Posisi sensor diletakkan tepat di depan aliran keluar *water valve* (atau tepat pada masukan bak penampungan air), sehingga air keruh yang masuk dapat dideteksi sedini mungkin. Beberapa bagian penting dari sistem dijelaskan sebagai berikut:

• Sensor

Sensor yang dimaksud pada Gambar 2 adalah *turbidity sensor*. Sensor ini terdiri dari 3 pin, 2 pin untuk kabel sumber tegangan VCC dan GND, untuk sisa 1 pin digunakan untuk mengirimkan data pengukuran kekeruhan dalam bentuk tegangan menuju MCU. Koneksi sensor dengan arduino dapat dilihat pada Gambar 3.

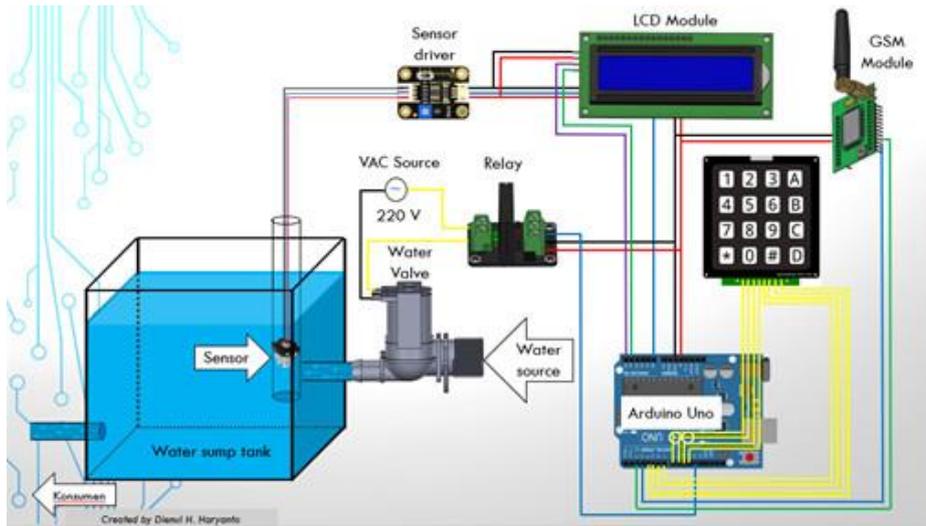
• GSM Module

Modul ini berfungsi sebagai salah satu output dari keseluruhan rancangan alat. Pin digital pada Arduino dihubungkan dengan TX dari GSM *shield* dan pin digital 2 arduino dihubungkan dengan RX dari GSM *shield*. Selanjutnya *grounding* yang ada di GSM *shield* dan arduino dihubungkan. Skema pemasangan rangkaian GSM *shield* dapat dilihat pada Gambar 4.

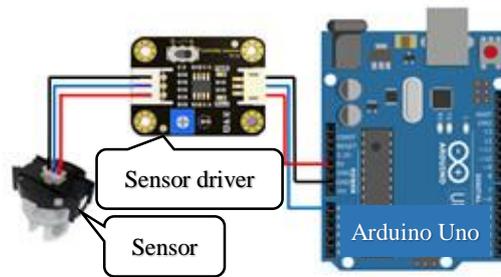
• Water valve

Water valve berfungsi untuk membuka dan menutup aliran air dari sumber menuju kolam pengolahan. Pada *water valve* hanya terdapat dua kondisi, yaitu terbuka dan tertutup, serta menggunakan sumber tegangan 220 VAC. Karena hanya dapat bekerja pada dengan tegangan 220 VAC sedangkan arduino hanya dapat mengeluarkan tegangan 5

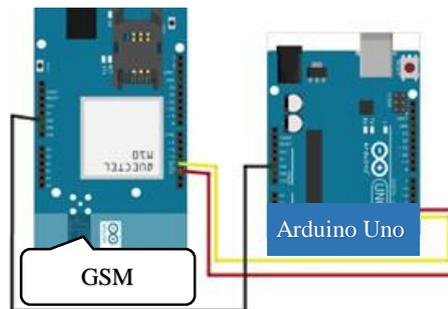
VDC pada setiap pin I/O, maka dibutuhkan *relay* yang bertindak sebagai saklar. Koneksi *water valve* dan arduino dengan perantara *relay* dapat dilihat pada Gambar 5.



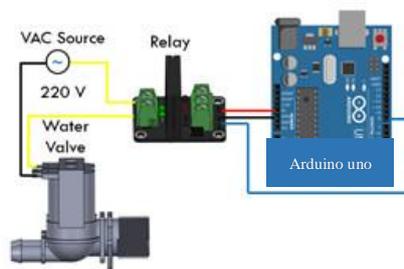
Gambar 2. Skema Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3. Koneksi *Turbidity Sensor* dan Arduino



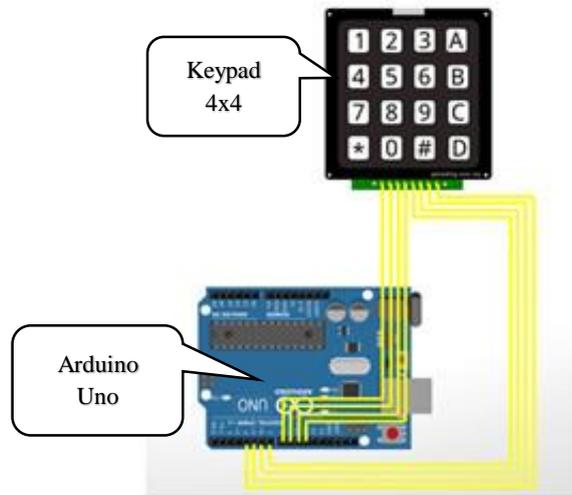
Gambar 4. Koneksi Modul GSM dan Arduino



Gambar 5. Koneksi *Water Valve* dengan Arduino

- **Keypad 4x4**

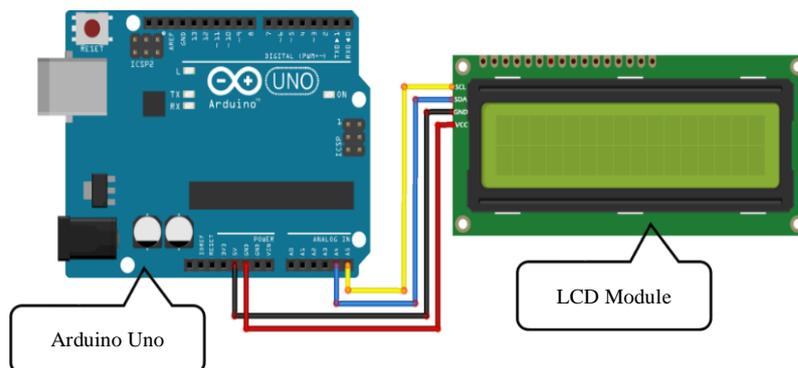
Pada sistem ini, *keypad* berfungsi untuk memasukkan nomor telepon operator tempat sistem mengirim SMS dan untuk memasukkan referensi kekeruhan air. Gambar 6 menunjukkan koneksi antara Arduino Uno dengan *keypad* 4x4.



Gambar 6. Koneksi Arduino Uno dengan keypad 4x4

- **LCD Module**

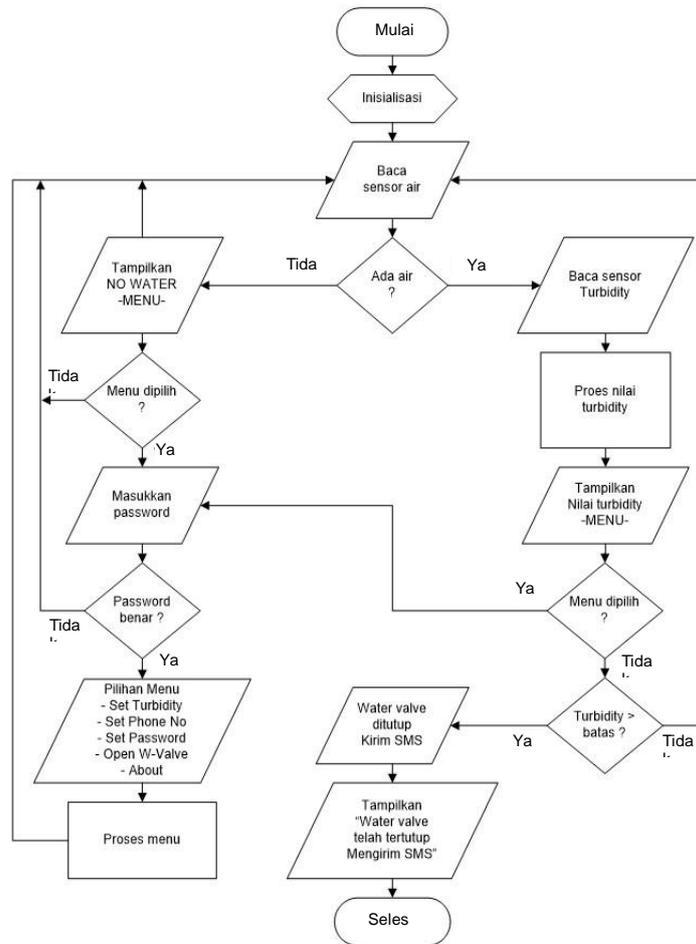
LCD module digunakan untuk menampilkan nilai kekeruhan air. Gambar 7 menunjukkan koneksi antara *LCD module* dan Arduino Uno.



Gambar 7. Koneksi Arduino Uno dan LCD Module

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir pemrograman perangkat lunak sistem dapat dilihat pada Gambar 8, sebagai berikut



Gambar 8. Diagram Alir Sistem

Penjelasan masing-masing tahap pada Gambar 8 adalah sebagai berikut.

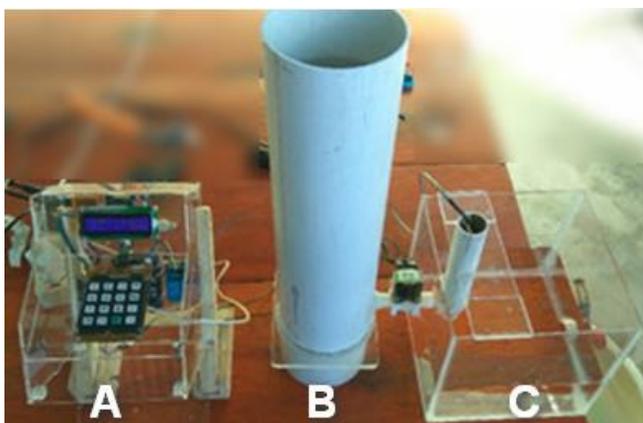
- **Inisialisasi**; merupakan tahapan awal dalam persiapan komponen keseluruhan untuk dapat dioperasikan.
- **Ada air?**; mengecek apakah air terdeteksi pada pipa masuk air ke kolam pengolahan. Jika air tidak terdeteksi, maka program tidak akan melakukan pengukuran kekeruhan air.
- **Tampilkan NO WATER, -MENU-**; merupakan fungsi *output* yang akan menampilkan tidak adanya air dan pilihan untuk mengakses menu.
- **Menu dipilih?**; merupakan blok keputusan, jika user menekan tombol untuk memilih menu maka akan tampil bagian untuk memasukkan *password*. Akan tetapi jika *user* tidak menekan tombol untuk masuk pada menu, maka sistem akan kembali pada bagian pengecekan air.
- **Masukkan password**; bagian untuk memasukkan *password login* agar *user* dapat mengakses menu.
- **Password benar?**; blok keputusan yang akan mengecek apakah *password* yang dimasukkan oleh *user* benar atau salah. Jika *password* salah, maka program akan kembali pada bagian pengecekan air, jika *password* benar, sistem akan masuk pada pilihan menu.
- **Pilihan menu**; merupakan bagian yang menampilkan daftar menu yang terdiri dari lima pilihan menu.
- **Proses menu**; bagian yang akan memproses pilihan menu yang telah dipilih oleh *user*. Setelah proses ini selesai, maka sistem akan kembali lagi ke bagian pengecekan air.
- **Baca sensor turbidity**; pada tahap ini sistem akan melakukan pembacaan nilai kekeruhan air melalui sensor kekeruhan.
- **Proses nilai turbidity**; nilai pembacaan sensor akan diproses untuk diubah dari nilai pembacaan ADC menjadi satuan persen.
- **Tampilkan nilai turbidity, -MENU-**; menampilkan tingkat kekeruhan air secara terus menerus selama air terdeteksi pada pipa. Pada tampilan ini juga sistem akan menampilkan bagian untuk mengakses menu.

- **Turbidity>batas?;** mengecek jika tingkat kekeruhan yang dibaca oleh sensor apakah melebihi batas yang diizinkan. Jika nilai kekeruhan melebihi batas, maka sistem akan masuk pada proses penutupan *water valve* dan pengiriman SMS. Jika nilai kekeruhan belum melebihi batas, maka sistem akan kembali pada proses pengecekan air.
- **Water valve ditutup. Kirim SMS;** proses yang akan terjadi jika nilai kekeruhan melebihi batas. *Water valve* akan tertutup dan sistem akan mengirim SMS.
- **Tampilkan water valve telah tertutup.** Mengirim SMS; pada bagian ini sistem akan menampilkan pemberitahuan bahwa *water valve* telah tertutup dan mengirim SMS.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan pengujian pada masing-masing komponen, selanjutnya melakukan pengujian alat secara keseluruhan. Pada saat alat mulai dihidupkan, tampilan awal yang akan muncul pada display LCD adalah nilai tingkat kekeruhan air dan tampilan untuk masuk ke menu. Gambar 9 menunjukkan keseluruhan sistem model katup cerdas pengendali bak penampungan air PDAM. Pada Gambar 9, terdapat 3 bagian sistem yaitu:

- 1) Bagian A, kotak ini berisi minimum sistem mikrokontroler, terdiri dari arduino uno, display LCD I2C, modul GSM A6, driver sensor dan relay. Di luar kotak ini juga terdapat *power supply adaptor 5V 4A*.
- 2) Bagian B, merupakan wadah yang diasumsikan sebagai sumber air dalam simulasi alat.
- 3) Bagian C, terdiri dari *water valve* dan sensor. Kotak ini juga diasumsikan sebagai kolam pengolahan air PDAM dalam simulasi.

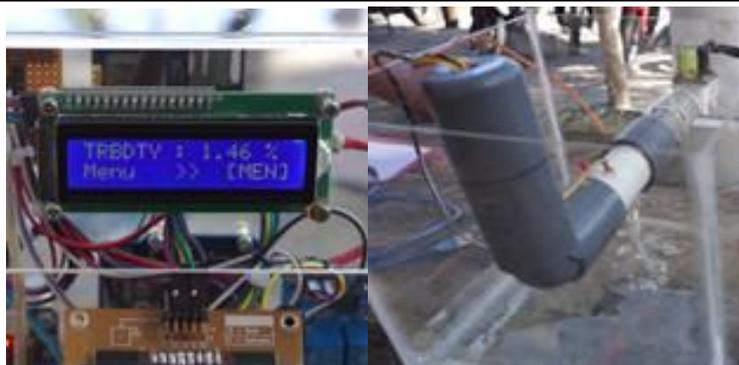


Gambar 9. Model katup cerdas

Pengujian pada model dilakukan dengan memasukkan nilai batas kekeruhan pada nilai 50% seperti Gambar 10. Selanjutnya masukkan nomor telepon operator pada alat melalui menu *keypad*. Setelah itu pengujian dilanjutkan dengan mengalirkan air bersih dari kotak sumber air menuju ke kotak pengolahan air. Terdapat salah satu fungsi tambahan pada alat yaitu mendeteksi ada dan tidaknya air pada pipa sebelum sensor kekeruhan. Jika alat tidak mendeteksi adanya air, maka alat tidak akan menampilkan nilai kekeruhan, melainkan menampilkan pemberitahuan melalui LCD bahwa tidak terdeteksi air. Jika air terdeteksi maka alat akan bekerja dan mengukur nilai kekeruhan air yang melewati pipa masukan. Pada saat pengujian, sensor mendeteksi kekeruhan 1,46 % seperti yang terlihat Gambar 11. Pada Gambar 11 *water valve* tidak tertutup karena nilai kekeruhan air masih di bawah nilai referensi. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan air keruh. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 12. Dari hasil pengujian sistem menunjukkan nilai kekeruhan adalah 61.90% (melebihi referensi kekeruhan). Karena nilai kekeruhan diatas nilai referensi, maka secara otomatis *water valve* akan tertutup, dan SMS akan terkirim ke nomor telepon operator. Isi pesan tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 10. Nilai Batas Kekeruhan yang Dimasukkan Pada Alat



Gambar 11. Hasil Pengujian dengan Air Bersih atau Jernih



Gambar 12. Hasil Pengujian dengan Air Keruh



Gambar 13. SMS yang dikirim ketika terdeteksi air keruh

Berdasarkan data wawancara yang telah dilakukan dengan petugas PDAM, batas kekeruhan yang diijinkan untuk masuk pada kolam pengolahan air PDAM adalah 1000 – 1500 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Selanjutnya dilakukan pengujian kekeruhan sebanyak sepuluh sampel air menggunakan *turbidity meter* pada Laboratorium kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Gorontalo. Sampel air dengan tingkat kekeruhan 1177 NTU didapatkan pada sampel ke-10. Kesepuluh sampel air tersebut memiliki tingkat kekeruhan yang berbeda-beda.

Sampel-sampel tersebut kemudian diukur kembali menggunakan sensor kekeruhan yang digunakan pada penelitian ini dan didapatkan nilai ADC masing-masing sampel sesuai dengan Tabel 1. Terlihat pada Tabel 1 untuk kekeruhan yang masuk pada *range* kekeruhan yang diijinkan masuk pada bak penampungan PDAM Bone Bolango adalah sampel air yang ke-10 yaitu 1177 NTU. Untuk tingkat kekeruhan pada sampel tersebut terukur 526 nilai ADC. Kemudian nilai ADC tersebut diubah ke dalam satuan tegangan dan persentase kekeruhan dengan konversi seperti pada (1).

$$V_{out} = ADC \frac{V_{ref}}{1023} \quad (1)$$

Substitusi nilai ADC = 526 dan $V_{ref} = 5$, diperoleh $V_{out} = 2,571$ V.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Sampel Air dengan Masing-masing Nilai ADC

NO	NTU	ADC
1	0,2	815
2	62,8	803
3	104	792
4	173	772
5	255	748
6	297	726
7	383	696
8	517	673
9	696	633
10	1177	526

Setelah nilai tegangan keluaran untuk kekeruhan 1177 NTU didapatkan, nilai tersebut kemudian diubah ke dalam nilai persen dengan konversi seperti pada (2).

$$Kekeruhan (\%) = 100 - \frac{V_{out}}{V_{pure}} 100 \quad (2)$$

Substitusi nilai $V_{out} = 2,571$ V, $V_{pure} = 3,98$, diperoleh kekeruhan = 35,4%.

Setelah nilai kekeruhan dengan satuan persen tersebut didapatkan, kemudian nilai tersebut dimasukkan pada sistem sebagai nilai referensi melalui pilihan menu *Set Turbidity* sebagai batas kekeruhan yang diijinkan, artinya, jika tingkat kekeruhan air yang terdeteksi oleh sensor kekeruhan lebih dari atau sama dengan 35%, secara otomatis sistem akan menutup katup air dan menginformasikannya melalui SMS ke nomor telepon operator yang telah dimasukkan sebelumnya.

Kesimpulan

Rancang bangun model pengendali katup cerdas bak penampungan air PDAM berdasarkan tingkat kekeruhan air menggunakan Arduino Uno telah berhasil direalisasikan. Tujuan sistem ini adalah membuat pengendali katup air secara otomatis jika tingkat kekeruhan air berada di atas referensi. Selain itu, sistem ini akan mengirimkan SMS kepada operator nilai kekeruhan air dan kondisi katup (buka atau tutup). Hal ini diharapkan dapat membantu operator dalam memantau air sumber PDAM yang masuk ke bak penampungan. Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa sistem dapat bekerja dengan baik. Pada penelitian ini, nilai batas kekeruhan air PDAM adalah 35%. Namun, nilai batas ini dapat dimasukkan ke sistem, sehingga sistem ini fleksibel terhadap nilai yang diinginkan oleh operator PDAM. Diharapkan model sistem ini dapat diterapkan pada bak penampungan air PDAM sesungguhnya.

Daftar Notasi

V_{out}	= Tegangan keluaran sensor
ADC	= Nilai keluaran ADC sensor
V_{ref}	= Tegangan referensi
Kekeruhan (%)	= Persentase kekeruhan
V_{pure}	= Tegangan keluaran sensor pada air jernih

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PDAM Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo atas dukungannya sehingga pengambilan data pada penelitian ini dapat dilaksanakan, dan Laboratorium Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Gorontalo atas dukungan dalam melakukan pengujian kekeruhan air.

Daftar Pustaka

- Arduino. "Arduino Uno." <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3> (April 18, 2018).
- DFRobot. "Turbidity Sensor SKU: SEN0189." https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Turbidity_sensor_SKU:_SEN0189 (April 18, 2018).
- Komang Aryasa, Riska Veraninda. 2017. "Prototype Aplikasi Pendeteksi Kekeruhan Air Berbasis Arduino Pada Perusahaan Daerah Air Minum Makassar." STIMIK Dipanegara Makasar.
- Maemunnur, A. F., & Wiranto, G. 2016. "Rancang Bangun Sistem Alat Ukur." *Fibusi* 4(1): 2–9.
- Mulyana, Y., and D. L. Hakim. 2018. "Prototype of Water Turbidity Monitoring System." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 384(1): 5–11.

- Nike Ika Nuzula, Wazirotus Sakinah, Endarko. 2017. "Manufacturing Temperature and Turbidity Sensor Based on ATmega 8535 Microcontroller." In *AIP Conference Proceedings*,.
- Rahmat Rasyid, Wildian Wildian, Yefri Hendrizon. 2013. "Uji Sensitivitas Sudut Hamburan Kekeruhan Air Bersih Dari Rancang Bangun Alat Ukur Nephelometer." In *Prosiding SEMIRATA*, , 345–48.
- Sukanto, S. 2017. "Monitoring Perbandingan Kualitas Air Danau Dan PDAM Menggunakan Sensor Turbidity, PH, Dan Suhu Berbasis Web." *Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering* 1(1): 37–45.
- Winoto, A. 2010. *Mikrokontroler AVR. In Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 Dan Pemrogramannya Dengan Bahasa C Pada WinAVR*. Bandung: Informatika.
- Yuniarti, Bernadeta. 2017. "Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Turbidimeter Berdasarkan Prinsip Hamburan Cahaya." Universitas Sanata darma.