

SISTEM PROTEKSI KEBOCORAN KRAN DAN PENCATATAN METERAN AIR DIGITAL PADA PDAM BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO R3

Denis Satya Graha, Ridwan Fathoni, Andi Hasad, Abd. Hafid Paronda

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi

Jl Cut Meutia No. 83 Bekasi 17113, Jawa Barat, Indonesia

Email: denis.satya14@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sistem yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pemborosan biaya rekening air, akibat terjadi kebocoran. Selain itu alat ini dilengkapi dengan meteran air digital yang menampilkan jumlah debit air yang digunakan dan tampilan harga yang harus dibayarkan, sehingga pelanggan mengetahui berapa banyak air yang telah digunakan. Komponen yang digunakan untuk perancangan sistem adalah modul mikrokontroler Arduino Uno R3, Sensor *Flowmeter*, Sensor Tekanan, *Solenoid Valve*, Led dan LCD. Perancangan software menggunakan Arduino IDE. Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa alat yang dibuat mampu mendeteksi kebocoran pada kran dengan skala kecil dan menampilkan debit air yang digunakan, serta harga dalam rupiah pada layar LCD, dimana *Solenoid Valve* akan menutup sempurna setelah menerima sinyal dari arduino 6 detik kemudian, dengan rata-rata kesalahan kalibrasi sensor *flowmeter* adalah sebesar 6.67%.

Kata kunci: Arduino UNO R3, Proteksi Kebocoran, Meter Air Digital

ABSTRACT

The purpose of this research is to produce a system that can be used to overcome the problem of waste costs of water bills due to the leakage. In addition, this tool is equipped with a digital water meter that displays the amount of water used and the price to be paid, so customers can know how much water has been used. The components used for this system are Arduino Uno R3 microcontroller module, Flowmeter Sensor, Pressure Sensor, Solenoid Valve, Led and LCD. The design of software using Arduino IDE. The results of this study shows that the tool was able to detect even a small-scale leakage on the faucet and display the water used, and the price in rupiah on the LCD screen, where the Solenoid Valve will close perfectly after receiving the signal from the arduino 6 seconds later, with flowmeter sensor calibration average error of 6.67%.

Keywords: Arduino UNO R3, Leakage Protection, Digital Water Meter

PENDAHULUAN

Berbagai masalah dapat muncul seiring dengan perkembangan zaman, tidak terkecuali dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu masalah yang timbul adalah kebocoran air pada konsumen/ pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), hal itu disebabkan karena meter air yang terus berputar meskipun hanya beberapa air yang menetes dari saluran PDAM yang pada dasarnya tanpa kita kehendaki dan mungkin tanpa kita ketahui. Air yang tetap menetes itu diakibatkan karena pemakaian kran pengaman pada saluran PDAM yang mudah rusak ataupun karena kelalaian penghuni rumah yang lupa mematikan kran kurang rapat, sehingga air tetap mengalir meskipun cuma sedikit (Rakhman dkk, 2012).

Masalah lain untuk saat ini banyak PDAM yang masih menggunakan sistem pencatatan meter air secara manual. Petugas datang langsung ke rumah-rumah pelanggan untuk mencatat angka yang ada di meter air. Tapi dengan cara ini timbul banyak masalah yang merugikan pelanggan maupun pihak PDAM (Musyafa dan Moch. Adib, 2015). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini akan dirancang sebuah alat, yaitu “Sistem Proteksi Kebocoran Kran dan Pencatatan Meteran Air Digital Pada PDAM Berbasis Arduino Uno R3”.

Manfaat hasil penelitian ini adalah adanya rancangan sistem berupa *prototype* untuk mengatasi masalah pemborosan biaya rekening air akibat meteran air tetap berputar, meskipun hanya beberapa air yang menetes dari saluran PDAM (terjadi kebocoran). Selain itu alat ini dilengkapi dengan meteran air digital yang menampilkan jumlah debit air yang digunakan dan tampilan harga yang harus dibayarkan,

sehingga pelanggan mengetahui berapa banyak air yang telah digunakan, dengan demikian pelanggan dapat lebih bijak dalam menggunakan air.

TINJAUAN PUSTAKA

Arduino UNO R3

Arduino merupakan *platform hardware open source* yang mempunyai *input/output (I/O)* yang sederhana.



Gambar 1. Arduino UNO R3

Ada berbagai macam tipe arduino yang terdapat dipasaran. Dengan berbagai macam tipe arduino maka dalam memilih yang terbaik, sebaiknya disesuaikan dengan kegunaannya dan kebutuhan. Komponen utama pada arduino adalah mikrokontroler 8 bit yang diproduksi oleh ATMEL Corporation yang bermerek ATmega. Berbagai papan arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda beda tergantung pada spesifikasinya. Sebagai contoh, Arduino UNO menggunakan ATmega 328, sedangkan arduino mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega 2560.

Sensor *Flow Meter*

Fungsi *flowmeter* sistem untuk mengukur gerakan, atau laju aliran, dari volume tertentu cairan dan mengekspresikan melalui sinyal listrik. Sebuah *flowmeter* standar terdiri dari serangkaian komponen terkait yang mentransmisikan sinyal yang menunjukkan volume, laju aliran, atau volume cairan bergerak melalui saluran tertentu, dan idealnya fungsi *flowmeter* seminimal mungkin mendapatkan gangguan dari kondisi lingkungan sekitar. *Electromagnetic flowmeter* adalah alat ukur yang *relatif non-invasif* yang sangat cocok untuk analisis laju aliran karena jangkauan langsung atas fungsi. Bentuk fisik sensor *flowmeter* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor *Flow Meter*

Perancangan Nilai Debit Air

Pada sistem pencatatan meteran air digital diperlukan perhitungan untuk mengetahui berapa banyak debit air yang keluar sesuai dengan nilai input yang dimasukkan, maka dengan memanfaatkan *output* sensor yang berupa *half-effect* akan diketahui *flow rate* air yang mengalir. Rumus *Flow Rate* terdapat pada persamaan (1).

$$Flow\ Rate = \frac{Pulse\ Frequency * 60}{7.5Q} \quad (1)$$

Keterangan :

Flow rate = banyaknya air yang mengalir (L/Jam)

Pulse Frequency = Frekuensi pulsa *half-effect* dari sensor (Putaran/detik)

7.5Q = Frekuensi pulsa dalam keadaan horizontal

Sensor Tekanan

Sensor ini akan menghasilkan sinyal keluaran analog berupa tegangan apabila dideteksi tekanan udara pada tempat tersebut. Tegangan keluaran yang dihasilkan sensor ini berada pada range 0.5 volt- 4.5 volt dengan *range* tekanan 0 – 1.2 MPa. Bentuk sensor tekanan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor Tekanan

Solenoid Valve

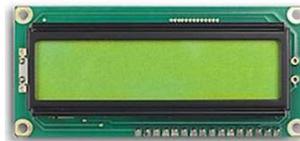
Solenoid valve (Gambar 4) merupakan sebuah katup yang digerakan oleh energi listrik yang mempunyai kumparan sebagai penggerak. Kumparan ini berfungsi untuk menggerakkan piston yang dialiri oleh arus AC ataupun DC sebagai daya penggerak. *Solenoid valve* memiliki 2 buah saluran yaitu saluran masuk (*inlet port*) dan saluran keluar (*outlet port*). Saluran masuk berfungsi sebagai lubang masukan untuk cairan atau air, saluran keluar berfungsi sebagai terminal atau tempat keluarnya cairan. Dalam rangkaian ini *Solenoid Valve* berfungsi untuk mengalirkan dan memutuskan aliran air pada saluran air.



Gambar 4. Solenoid Valve

LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (Gambar 5) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik, seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer.



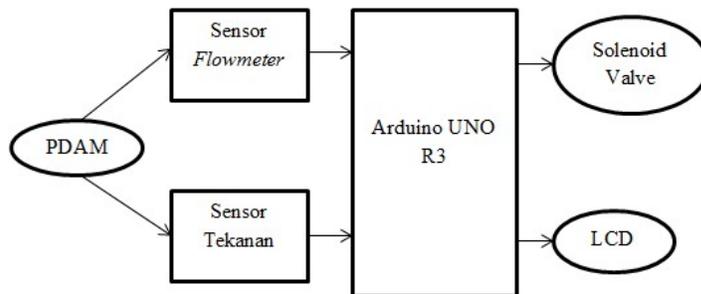
Gambar 5. LCD 16x2

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

Blok diagram pada Gambar 6 akan menjelaskan keseluruhan rancangan sistem dari pembuatan alat ini mulai dari perancangan *software*, *hardware*, perencanaan proses serta gambar *flowchart*. Secara rinci

dapat dijelaskan fungsi-fungsi komponen yang digunakan pada sistem proteksi kebocoran keran dan meter air digital adalah sebagai berikut:

1. Sensor *Flowmeter* berfungsi untuk membaca debit air yang mengalir pada pipa PDAM.
2. Sensor Tekanan (Pressure) berfungsi untuk mendeteksi tekanan udara di dalam pipa saluran air dan akan menghasilkan sinyal keluaran analog berupa tegangan.
3. Arduino Uno R3 berfungsi untuk pemrosesan data-data dari input pulsa dan sensor *flowmeter*, membuka dan menutup *Solenoid Valve*, serta menampilkan data pada LCD.
4. *Solenoid Valve* berfungsi untuk mengalirkan dan memutuskan aliran air pada saluran air.
5. LCD (Liquid Crystal Display) berfungsi untuk tampilan digital hasil pembacaan debit air sensor *flowmeter* beserta harga yang harus dibayarkan.



Gambar 6. Blok Diagram Sistem

Perencanaan Catu Daya

Sistem beroperasi dibutuhkan sumber tegangan sebesar 5-12 VDC, sumber tegangan bisa didapatkan dari *adaptor*, baterai ataupun dari *port USB* PC, pada perancangan alat ini sumber tegangan yang digunakan berasal dari *adaptor* karena lebih mudah dalam pengaturan *voltage*. Berikut ini merupakan gambar catu daya dari *adaptor*. Catu daya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Catu Daya

Perencanaan Input

Berdasarkan media yang digunakan *input* dari alat ini adalah media berupa tekanan, yaitu memanfaatkan tekanan air di dalam pipa saluran PDAM. Selain tekanan alat ini juga menggunakan input berupa aliran air di dalam pipa pada saat dibukanya keran.

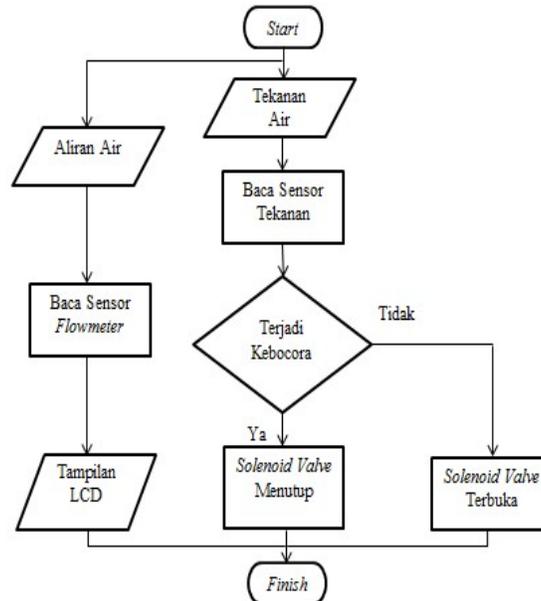
Berdasarkan bentuk data, pada sistem proteksi ini data yang dikirimkan oleh sensor ke arduino adalah data serial. Oleh arduino data tersebut diteruskan menjadi data paralel agar dapat digunakan untuk mengatur *relay*, yaitu untuk mengontrol *valve*. Di sisi lain arduino juga mengirimkan *output* berupa tampilan data pada layar LCD.

Perencanaan Proses

Pada sistem ini sensor *flowmeter* akan membaca debit air yang mengalir pada saluran pipa PDAM dan hasil dari pembacaannya akan diteruskan ke arduino yang akan memproses data menjadi *output* yang

ditampilkan pada layar LCD berupa jumlah debit air yang mengalir dan jumlah harga yang harus dibayarkan.

Di sisi lain terdapat sensor tekanan yang akan menerima *input* berupa tekanan dari air, jika keran tidak menutup secara rapat atau terjadi kebocoran pipa yang debit airnya hampir sama dengan kran yang tidak tertutup rapat. Tekanan yang diterima sensor akan menghasilkan *output* berupa tegangan yang besarnya berdasarkan pada besarnya tekanan yang selanjutnya akan diteruskan ke Arduino yang akan memproses *output* dari sensor tekanan dan akan mengontrol *Solenoid Valve*.



Gambar 8. Flowchart Sistem Keseluruhan

Perencanaan Output

Output utama yang dihasilkan sistem proteksi ini adalah menutupnya *valve solenoid* dan tampilan pada layar LCD berupa jumlah debit aliran air beserta harga yang harus dibayar pelanggan.

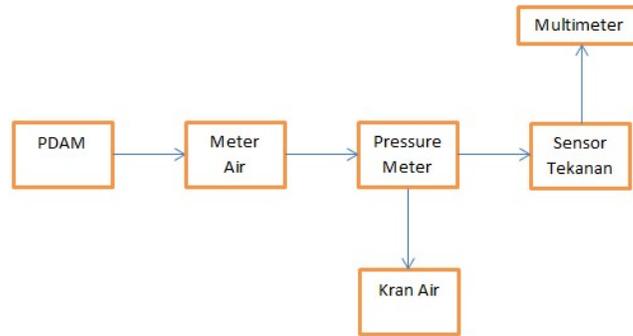
Prinsip Kerja Alat

Pada tahap pertama posisi kran harus terbuka 100% atau sampai menyentuh *limit switch* agar air mengalir. Kemudian sensor *flowmeter* akan membaca debit air yang mengalir pada saluran pipa dan sensor tekanan akan menerima *input* berupa tekanan dari air. Pada tahap ini LCD akan menampilkan debit air dan harga yang harus dibayarkan berdasarkan pembacaan sensor *flowmeter*. Kemudian arduino akan memproses *output* dari sensor tekanan dan diteruskan ke *Solenoid Valve*. Selanjutnya *Solenoid Valve* akan menerima perintah yang diproses oleh arduino apakah akan membuka atau menutup. *Solenoid Valve* akan menutup setelah beberapa saat ketika sensor tekanan memberi sinyal apabila kran tidak tertutup rapat atau terjadi kebocoran pada kran.

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Rangkaian Pengujian Sensor Tekanan

Untuk mengetahui apakah sensor tekanan sudah bisa bekerja sesuai dengan yang direncanakan atau tidak, yaitu *output* berupa tegangan dari 0.5 – 4.5 V, dengan rangkaian seperti diagram blok pada Gambar 9. Pada rangkaian seperti pada gambar 9 digunakan *Pressure meter* adalah sebagai perbandingan atau kalibrasi hasil pembacaan sensor tekanan, selain itu juga digunakan Multimeter sebagai pengukur tegangan yang dihasilkan sensor tekanan.



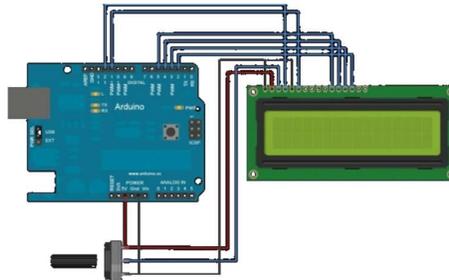
Gambar 9. Blok Diagram Pengujian Sensor Tekanan

Rangkaian Pengujian LCD

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi LCD, apakah LCD berfungsi dengan baik atau tidak, maka Arduino diprogram untuk mengontrol LCD agar menampilkan karakter berdasarkan apa yang kita inginkan. Blok diagram pengujian LCD terdapat pada Gambar 10 dan 11.



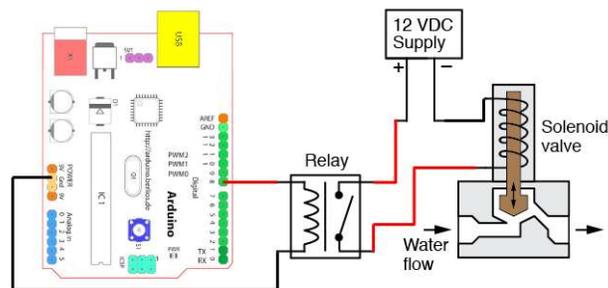
Gambar 10. Blok Diagram Pengujian LCD



Gambar 11. Rangkaian Pengujian LCD

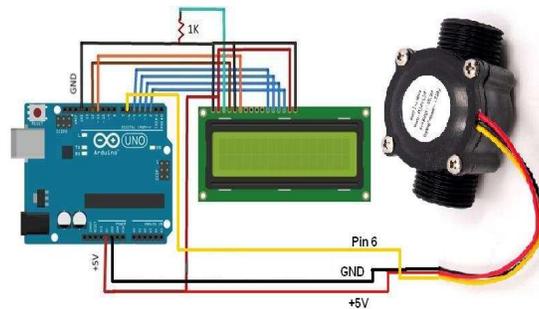
Rangkaian Pengujian Solenoid Valve

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *Solenoid Valve* sudah bekerja dengan baik atau tidak. *Solenoid Valve* dapat dikatakan baik apabila mampu membuka dan menutup secara otomatis berdasarkan program yang telah *diupload* ke Arduino. Rangkaian pengujian *Solenoid Valve* dapat dilihat pada Gambar 12.

Gambar 12. Rangkaian Pengujian *Solenoid Valve*

Rangkaian Pengujian Sensor *Flowmeter*

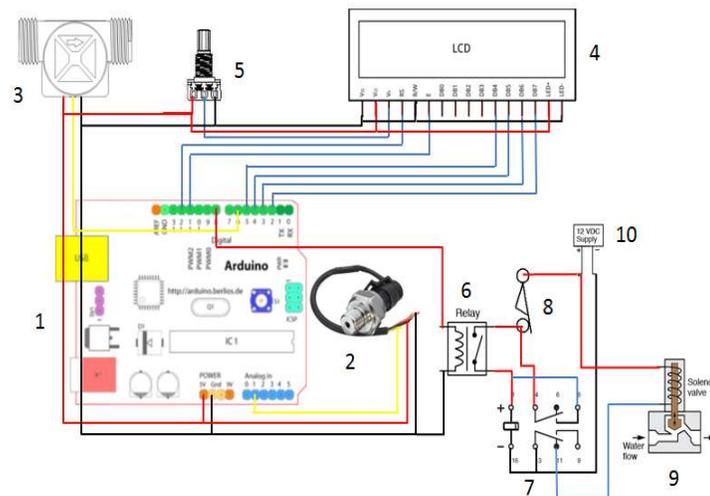
Pengujian sensor *flowmeter* diperlukan untuk pengkalibrasian sensor, selain itu pengujian ini sangat bermanfaat agar data yang diolah lebih stabil, sehingga dapat mengambil keputusan yang tepat. Tujuan utama dari pengujian sensor ini adalah untuk melihat tingkat akurasi sensor *flowmeter*. Rangkaian pengujian sensor *Flowmeter* terdapat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rangkaian pengujian sensor *flowmeter*

Rangkaian Keseluruhan

Untuk membuktikan kesesuaian fungsi alat perlu dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara mensimulasikan proses dari sistem proteksi kebocoran kran dan proses pembacaan debit air beserta harga yang harus dibayarkan. *Wiring diagram* sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. *Wiring diagram* sistem keseluruhan

Keterangan:

1. Arduino UNO R3
2. Sensor tekanan
3. Sensor *flowmeter*
4. LCD
5. *Potensiometer*
6. *Relay* arduino
7. *Relay* DPDT 12V
8. *Limit switch*
9. *Solenoid Valve*

10. Power supply 12V



Gambar 15. Hardware Digital Meter



Gambar 16. Keseluruhan Alat

Langkah-langkah Pengujian

1. Pengujian Arduino Uno R3

Pengujian sistem Arduino Uno R3 ini dilakukan untuk mengetahui keluaran yang dihasilkan apakah sesuai dengan program atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan cara memprogram sistem Arduino Uno R3 untuk membuat pin 8 menjadi “HIGH” dan diukur secara berulang-ulang. Pengujian berhasil jika keluaran pin 8 bernilai “LOW” dan “HIGH” pada waktu yang telah ditentukan.

2. Pengujian LCD

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil tampilan dari LCD 16x2. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Arduino Uno R3 sebagai alat untuk memerintahkan LCD menampilkan beberapa karakter. Pada pengujian LCD ini Arduino Uno R3 diberi program untuk menampilkan karakter pada tiap baris. Pengujian berhasil jika LCD dapat menampilkan karakter sesuai yang ada di dalam program.

3. Pengujian Sensor Tekanan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor ketika diberi tekanan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Arduino Uno R3 dan PC untuk mengetahui hasil tekanan pada saluran

pipa PDAM dengan posisi kran terbuka, tertutup, dan sedikit terbuka. Pengujian berhasil jika PC menampilkan besarnya tekanan yang terbaca oleh sensor.

Pengujian Sensor *Flowmeter*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor ketika dialiri air. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pin 6 pada arduino untuk *monitoring* perubahan putaran sensor ketika dialiri air. Pengujian ini berhasil jika sensor dapat berputar ketika dialiri air.

Pengujian Relay *Solenoid Valve*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja *Solenoid Valve* ketika disambungkan dengan tegangan 12V. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan catu daya dari *power supply* sebesar 12 volt DC untuk mengaktifkan *Solenoid Valve* melalui *relay*. Pengujian berhasil apabila ada perubahan ketika disambungkan dengan tegangan 12V.

Hasil Pengujian

Hasil Pengujian Sensor Tekanan

Hasil percobaan sensor tekanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Tekanan

Percobaan	Tekanan saat Kran Tertutup (Kpa)	Tekanan saat Kran dibuka sedikit (Kpa)	Tekanan saat Kran Terbuka (Kpa)
1	148	144	130
2	145	143	129
3	146	144	130
4	146	142	129
5	146	142	130

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh data yang dapat digunakan dalam membuat program pada Arduino. Data yang digunakan adalah range tekanan pada saat posisi kran tertutup dan pada saat posisi kran dibuka sedikit. Dengan demikian kita dapat mengatur kerja dari *Solenoid Valve* berdasarkan program yang kita berikan pada Arduino.

Hasil Pengujian *Solenoid Valve*

Hasil percobaan *Solenoid Valve* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Solenoid Valve*

Kondisi <i>Solenoid Valve</i>	Posisi <i>Valve</i>
Diberi tegangan 12 V	Terbuka
Tidak diberi tegangan	Tertutup

Hasil Pengujian LCD



Gambar 17. Hasil Pengujian LCD 16x2

Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa modul *display* LCD mampu menampilkan karakter “UNISMA” pada baris pertama dan “240” pada baris kedua, karakter tersebut sesuai dengan instruksi yang diberikan.

Hasil Pengujian Sensor Flowmeter

Hasil pengujian sensor *flowmeter* dengan menggunakan gelas ukur sebagai perbandingan hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor *Flowmeter*

Input (Liter)	Hasil Pembacaan Output (Liter)	Harga (Rupiah)	Error (%)
0.2	0.19	380	5
0.4	0.42	840	5
0.6	0.58	1160	3.3
0.8	0.71	1400	11.25
1.0	0.92	1840	8
1.2	1.11	2220	7.5
	Jumlah		40.05
	Rata-rata		6.67

Berdasarkan Tabel 4, didapatkan bahwa rata-rata kesalahan kalibrasi sensor adalah sebesar 6.67%. *Error* terjadi karena sifat dari rotor yang ada di dalam sensor. Ketika tekanan aliran air sangat rendah rotor sensor tidak berputar karena aliran air tidak cukup kuat untuk memutar rotor, sedangkan ketika tekanan aliran air tinggi dan saat aliran itu dimatikan terdapat sisa-sisa tenaga yang memutar rotor tersebut. Pada penelitian ini juga didapatkan bahwa *Solenoid Valve* akan menutup sempurna setelah menerima sinyal dari arduino 6 detik kemudian.

KESIMPULAN

1. Sistem proteksi yang dihasilkan mampu mendeteksi kebocoran pada kran dengan baik, dalam skala kecil dan mampu menampilkan debit air yang digunakan, serta harga dalam rupiah pada layar LCD.
2. *Solenoid Valve* akan menutup sempurna setelah menerima sinyal dari arduino 6 detik kemudian, dengan rata-rata kesalahan kalibrasi sensor *flowmeter* adalah sebesar 6.67%.

Setelah melakukan pengujian terhadap kinerja dari alat ini, maka ada beberapa saran yang diberikan dari penulis untuk penggunaan dan kesempurnaan alat ini, yaitu :

1. Diharapkan pada pengembangan selanjutnya tidak menggunakan *limit switch* untuk *mereset* ulang program *Solenoid Valve* agar alat lebih praktis.
2. Menggunakan sensor *flowmeter* yang lebih akurat dalam membaca aliran air.
3. Diharapkan pada pengembangan selanjutnya dapat memproteksi kebocoran tidak hanya pada kran saja.
4. Diharapkan pada pengembangan selanjutnya terdapat *keypad* yang berfungsi untuk merubah program harga yang harus dibayarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bri.2014.Apa itu Arduino Uno?. Diambil dari: [<http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>] (1 Maret 2016)
- Dinata, M. Yuono.2015. *Arduino itu Mudah*.Jakarta:Gramedia

- Ihsan.2015.Pengertian Arduino Uno Mikrokontroler Atmega 328. Diambil dari: [http://www.caratekno.com/2015/07/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler.html] (1 Maret 2016)
- Ladyada.2012.Adafruit Flow Meter. Diambil dari: [https://github.com/rakeshcusat/Code4Reference/tree/master/Android-Projects/VoiceRecognitionExample/] (8 Januari 2016)
- Musyafa', Moch. Adib. 2015."Rancang Bangun Sistem Prabayar Pada PDAM Berbasis Arduino UNO R3".*Journal of Control and Network Systems*,4 (1): 1-6
- Rakhman, Zanuvar dan Ashari, M. Ibrahim.2012."Perancangan dan Pembuatan Sistem Proteksi Kebocoran Air Pada Pelanggan PDAM Dengan Menggunakan Selenoid Valve dan Water Pressure Switch Berbasis ATMEGA 8535".*Jurnal Elektro ELTEK*,3 (1):209-215
- Triady, Rocky.2015." Prototype Sistem Keran Air Otomatis Berbasis Sensor *Flowmeter* Pada Gedung Bertingkat".*Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*,3 (3): 25-34
- Wiratama, Rudy.2011.Cara Kerja Electromagnetic Flow Meter. Diambil dari: [https://rudywinoto.com/2011/06/27/cara-kerja-electromagnetic-flow-meter/] (29 Februari 2016)

[Halaman ini sengaja dikosongkan]