

OPTIMASI NILAI KONSTANTA KALIBRASI PADA WATER FLOW SENSOR YF-S201

Robi Dany Riupassa¹, Helen Rafli², Hendro³

¹Progra Studi Informatika, ²Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir
Badan Pengawas Tenaga Nuklir, ³Kelompok Keilmuan Fisika Teoritik Energi Tinggi dan Instrumentasi
Sekolah Tinggi Teknologi Bandung, Institut Teknologi Bandung
Jl. Soekarno Hatta no. 378 Bandung, Indonesia, 40235, Jl Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132
robiriu@gmail.com, helenraflis@students.itb.ac.id, hendro@fi.itb.ac.id

Abstrak

Water flow sensor YF-S201 seringkali digunakan dalam instrumentasi dan pengukuran terkait manajemen sumberdaya air. Pengukuran yang presisi dipengaruhi oleh kalibrasi awal terhadap sensor yang digunakan. Pada penelitian ini dilakukan optimasi terhadap nilai konstanta kalibrasi sensor. Studi kalibrasi dan pengukuran debit alir dengan water flow sensor YF-S201 menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. Pemanfaatan mikrokontroler Arduino UNO dirancang dengan menambahkan beberapa komponen pendukung seperti solenoid valve dan relay yang dibuat menjadi sistem katup air otomatis. Water flow sensor YF-S201 dikalibrasi dengan memasukkan nilai konstanta kalibrasi sebesar 5.5, 5.75, 6.00, 6.25 dan 6.50. Pengukuran volume air dilakukan dengan mencacah debit air yang melewati sensor. Katup solenoid akan terbuka pada saat diberikan instruksi membuka secara otomatis, kemudian akan tertutup apabila telah mencapai batas volume yang telah ditentukan. Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai konstanta debit alir terbaik adalah 5.75 dan 6.00 sehingga dipilih nilai tersebut untuk dilakukan pengukuran lebih lanjut. Pada pengukuran berikutnya dengan nilai konstanta sebesar 5.75 diperoleh persentase error rata-rata untuk volume dan debit alir sebesar 2,66% dan 9,34%. Untuk nilai konstanta kalibrasi sebesar 6.00 persentase error rata-rata sebesar 5.91% dan 6.68% untuk pengukuran volume dan debit alir. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai konstanta kalibrasi water flow sensor YF-S201 yang optimal yaitu 5.75.

Kata kunci :

water flow sensor, kalibrasi, arduino

Abstract

Water flow sensors YF-S201 is often used in instrumentation and related measurements of water resource management. Precision measurements are influenced by the initial calibration of the sensors used. In this research, the optimization of calibration constant value of sensor is done. Calibration study and water flow measurement with YF-S201 water flow sensor using Arduino UNO microcontroller. The utilization of Arduino UNO microcontroller is designed by adding some supporting components such as solenoid valve and relay made into automatic water valve system. Water flow sensor YF-S201 is calibrated by inputting calibration constant values of 5.5, 5.75, 6.00, 6.25 and 6.50. Measurement of water volume is done by counting the flow of water passing through the sensor. The solenoid valve opens when the instruction is opened automatically, and then closed when it reaches the specified volume limit. From the results of this study obtained the best flow rate constant value is 5.75 and 6.00 so choosing the values for further measurement. In the next measurement with a constant value of 5.75 obtained percentage error mean for volume and flow rate is 2.66% and 9.34%. For calibration constant value equal to 6.00 percentage error mean is 5.91% and 6.68% for volume measurement and flow rate. These results show that the optimum calibration value of the water flow sensor YF-S201 is 5.75.

Keywords :

water flow sensor, calibration, arduino

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sumberdaya air merupakan satu aspek penting dan berguna dalam kehidupan masyarakat. Terlepas dari penggunaan utamanya yaitu sebagai sumber air minum, beberapa penerapan lain dari pengelolaan sumber air juga penting untuk diperhatikan diantaranya irigasi lahan pertanian dan sistem drainase wilayah perkotaan. Kondisi yang terjadi akibat adanya laju aliran air dalam jumlah besar yang tidak terkontrol seringkali menjadi permasalahan serius yang perlu ditangani. Kajian terhadap volume dan debit aliran menjadi sangat penting untuk dilakukan pemantauan secara berkala. Dengan sistem pemantauan yang baik maka beberapa akibat buruk dari kondisi debit air yang tidak terkontrol dapat diminimalisir. Memasuki era digital maka pengembangan sistem pengukuran debit air dan volume pun diharapkan untuk terus berkembang. Pengukuran yang baik secara umum

bergantung terhadap alat ukur dan kondisi sistem yang diukur. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik maka alat-alat ukur yang digunakan penting untuk dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi merupakan proses pengecekan dan pengaturan akurasi dari alat ukur dengan cara membandingkannya dengan nilai standar sebagai tolak ukurnya. Kalibrasi dapat dilakukan untuk alat ukur yang sifatnya analog maupun yang digital. Pengukuran debit dan volume air dalam sistem digital dilakukan dengan menggunakan sensor debit alir dan pengolahan sinyal terukur menggunakan mikrokontroler. Salah satu sensor debit alir yang dapat digunakan dan bernilai ekonomis yaitu water flow sensor YF-S201 yang pengolahan sinyal terukurnya menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. Dalam penelitian ini akan dilakukan optimasi nilai konstanta kalibrasi pada water flow sensor YF-S201 dengan

mikrokontroler Arduino UNO.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pengukuran debit alir dan volume air yang didesain pada dasarnya terdiri atas dua bagian utama yaitu sensor debit alir dan mikrokontroler untuk pengolahan sinyal terukurnya. Beberapa komponen lain yang digunakan sebagai fungsi kontrol sistem yang penggunaan relay dan *solenoid valve* sebagai katup atau kran otomatis.

Arduino UNO

Arduino UNO terdiri dari sebuah papan mikrokontroler yang mempunyai 14 pin digital input-output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator kristal 16MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header dan sebuah tombol reset.



Gambar. 1 Arduino UNO

Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 5-20 V. Jika suplai tegangan <5V, dapat mengakibatkan board Arduino UNO menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih besar dari 12V, voltase regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino UNO. Rentang tegangan yang direkomendasikan adalah 5V hingga 12V.

Pin digital pada Arduino UNO yang berjumlah 14 buah dapat digunakan sebagai input dan juga sebagai output dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5V. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40mA dan mempunyai sebuah resistor *pullup* (terputus secara default) sekitar 20 hingga 50kΩ.

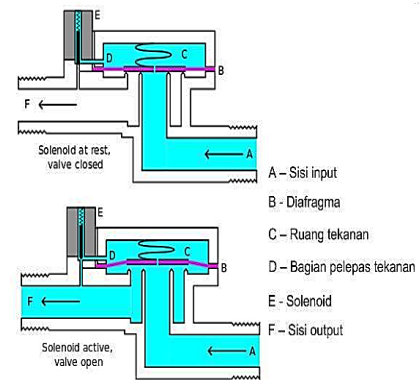
Arduino UNO dapat dihubungkan dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. Atmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital D0 (RX) dan pin digital D1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel board serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual ke software pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB COM standar dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan.

Katup Elektrik (Solenoid Valve)

Solenoid valve adalah suatu katup yang digerakkan 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 cairan atau air, saluran keluar berfungsi sebagai terminal atau tempat keluarnya cairan.

Solenoid Valve digunakan sebagai kran otomatis dengan gerakan membuka atau menutup kran (*valve*) yang diatur oleh sistem kontrol. Secara garis besar *solenoid valve* adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk membuka dan menutup valve/katup/kran secara otomatis. Kondisi *solenoid valve* membuka dan menutup kran ini tergantung dari sensor yang menghubungkan sumber penggerak.



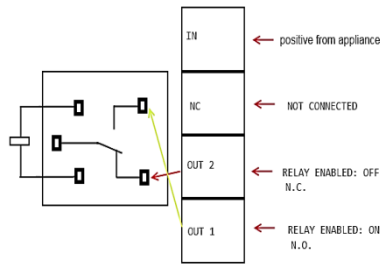
Gambar. 2 Skematik *solenoid valve*

Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.

Relay dalam percobaan ini menggunakan tipe JQC-3FF-S-Z dengan tegangan rendah +5V sehingga dapat langsung dihubungkan dengan sistem mikrokontroler. Relay ini terdiri dari relay SPDT (*single pole double throw*): 1 common, 1 NC (*normally close*) dan 1 NO (*normally open*). Relay ini memiliki daya tahan sampai dengan 10A. Pin pengendali dapat dihubungkan dengan pin mikroprosesor mana saja, sehingga membuat pemrogram dapat leluasa menentukan pin mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendalinya. Relay dilengkapi rangkaian penggerak (*driver*) relay dengan level tegangan TTL sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler. Driver bertipe *active high* atau kumparan relay akan aktif saat pin pengendali diberi logika 1. Driver dilengkapi rangkaian peredam GGL induksi sehingga tidak akan membuat reset sistem mikrokontroler.

Relay yang menggunakan modul relay SPDT (*single pole double throw*) memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap arus dan tegangan yang besar, baik dalam bentuk AC maupun DC dan berfungsi *electronic switch* yang dapat digunakan untuk mengendalikan ON/OFF peralatan listrik berdaya besar.



Gambar. 3 Skematik Relay

Waterflow Sensor

Waterflow sensor terdiri dari katup plastik, rotor air, dan sensor efek hall. Pada saat air mengalir melalui gulungan rotor maka rotor akan berputar sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir melalui rotor tersebut. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan satu sinyal (SIG) selain jalur 5V DC dan ground. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan memanfaatkan sensor *hall effect*.

Efek Hall ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada *hall effect* yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus terhadap arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi device tersebut disebut potensial Hall. Potensial Hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui device. Fisik dan dimensi dari mekanik sensor waterflow YF-S201 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Efek Hall merupakan suatu peristiwa berbeloknya aliran listrik (elektron) dalam pelat konduktor karena pengaruh medan magnet. Gaya Lorentz merupakan prinsip utama bekerjanya efek hall. Hal ini dapat dibuktikan ketika kita membuat sebuah penghantar konduktor berbentuk pelat dan diberi medan magnet yang dialiri arus listrik, maka gaya lorentz akan muncul. Ketika itu bagian atas pelat konduktor seolah-olah akan berjajar muatan positif, sedangkan muatan negatif akan mengalami gaya Lorentz ke arah bawah, maka pada bagian bawah pelat konduktor seolah-olah akan berjajar muatan negatif (kutub negatif).

III. DESAIN DAN PERHITUNGAN

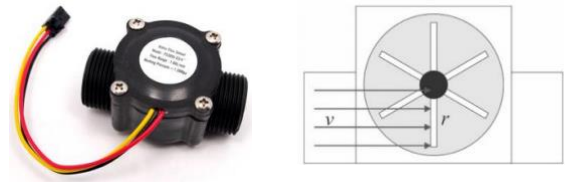
Perhitungan konstanta kalibrasi

Dari tampilan skematik *waterflow* sensor seperti pada gambar berikut maka diperoleh bentuk perhitungan nilai debit aliran yang dinyatakan dalam hubungan

$$Q = 2C\pi Arf \quad (1)$$

dengan, Q adalah debit alir (m^3/s), C berupa konstanta, r adalah jari-jari rotor (m) dan f merupakan frekuensi (Hz). Atau dapat ditulis

$$Q = kf \quad (2)$$



Gambar. 5 Waterflow sensor YF-S201

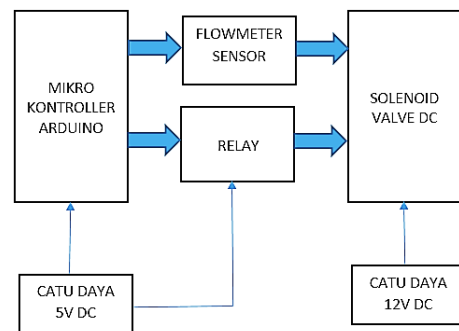
Dengan nilai k yaitu

$$k = 2C\pi Ar \quad (3)$$

Nilai konstanta k inilah yang merupakan konstanta kalibrasi yang akan ditentukan nilai terbaiknya dalam penelitian ini. konstanta ini bergantung pada jenis dan ukuran sensor.

Blok Diagram

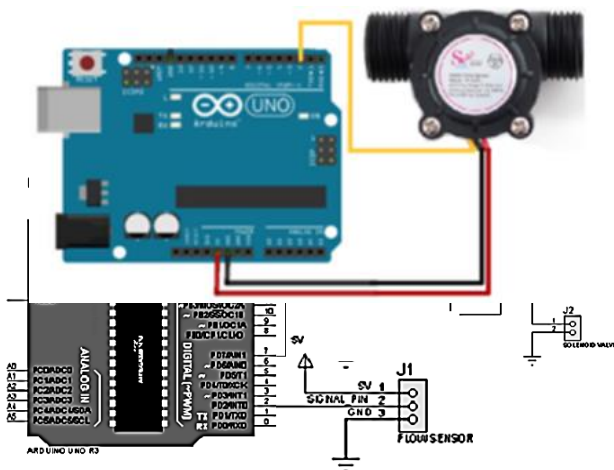
Blok diagram perancangan sistem pengukuran debit alir dan volume air ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



Gambar. 6 Blok diagram pengukuran

Skema Rangkaian

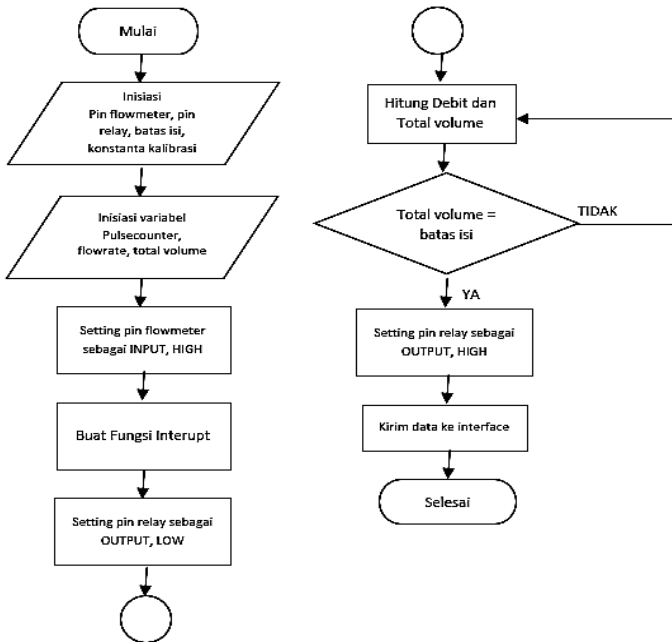
Skema rangkaian sistem pengukurannya disusun seperti gambar berikut.



Gambar.7 Skema Rangkaian

Diagram Alir Program

Diagram alir program yang ditulis pada mikrokontroler Arduino UNO untuk mendapatkan data terukur pada *waterflow* sensor yaitu seperti pada gambar berikut.



Gambar. 8 Diagram alir pengukuran

V _{set} (L)	k = 5.75		k = 6.00	
	Error Volume (%)	Error Debit (%)	Error Volume (%)	Error Debit (%)
1	5.00%	10.34%	15.00%	15.58%
1.5	2.67%	20.90%	3.60%	0.72%
2	2.70%	2.81%	7.50%	11.01%
2.5	1.60%	7.34%	1.60%	5.23%
3	1.33%	5.31%	1.87%	0.88%
Rata-rata	2.66%	9.34%	5.91%	6.68%

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran dan perhitungannya dapat dilihat seperti pada tabel-tabel berikut. Tabel 1 merupakan data pengujian beberapa nilai konstanta kalibrasi yaitu dari 5.5 sampai dengan 6.5. Nilai ini dipilih karena pada pengujian awal disekitar rentang nilai ini diperoleh persentase kesalahan yang relatif kecil.

V _{set} (L)	V _{ukur} (L)	Q _{digital} (L/min)	Waktu (detik)	Q _{analog} (L/min)	Error Volume (%)	Error Debit (%)
1	0.95	2.95	21.55	2.65	5.00%	10.34%
5.5	1.94	2.91	40.75	2.86	3.00%	1.84%
1.5	1.46	6.6	16.78	5.22	2.67%	20.90%
5.75	2.054	7.3	17.37	7.09	2.70%	2.81%
2	2.054	7.3	17.37	7.09	2.70%	2.81%
6	2.15	5.66	25.61	5.04	7.50%	11.01%
2.5	2.46	7.82	20.37	7.25	1.60%	7.34%
6.25	2.21	3.68	34.59	3.83	10.50%	4.17%
3	2.96	7.64	24.55	7.23	1.33%	5.31%
6.5	2.25	6.92	19.81	6.81	12.50%	1.52%
Rata-rata					2.66%	9.34%

Tabel 1. Kalibrasi konstanta laju alir (V_{set} = 2 liter)

V _{set} (L)	V _{ukur} (L)	Q _{digital} (L/min)	Waktu (detik)	Q _{analog} (L/min)	Error Volume (%)	Error Debit (%)
1	1.15	4.83	12.36	5.58	15.00%	15.58%
1.5	1.554	3.5	26.45	3.53	3.60%	0.72%
2	2.15	5.66	25.61	5.04	7.50%	11.01%
2.5	2.46	5	31.15	4.74	1.60%	5.23%
3	3.056	5.83	31.73	5.78	1.87%	0.88%
Rata-rata					5.91%	6.68%

Tabel 2 dan 3 merupakan data untuk pengukuran dengan nilai konstanta k = 5.75 dan k = 6 yang dianggap memiliki nilai persentase kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai k yang lain.

Tabel 2. Pengukuran dengan k = 5.75

Pada tabel 4 disajikan perbandingan persentase kesalahan antara kedua nilai k yaitu k = 5.75 dan k = 6 yang diuji sebelumnya.

Tabel 3. Pengukuran dengan k = 6.00

Dari tabulasi hasil pengukuran yang diperoleh dapat diketahui bahwa kalibrasi konstanta debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui keakuratan hasil pengukuran yang dilakukan dengan *waterflow* sensor YF-S201.

Tabel 4. Persentase error untuk k = 5.75 dan k = 6.00

Pada tabel 1 diperoleh nilai konstanta debit alir terbaik adalah 5.75 dan 6.00 sehingga dipilih nilai tersebut untuk dilakukan percobaan lebih lanjut. Tabel 2. memberikan hasil pengukuran menggunakan konstanta 5.75 yang memberikan persentase *error* rata-rata sebesar 2,66 % untuk pengukuran volume dan sebesar 9,34% untuk pengukuran debit alir. Sedangkan tabel 3. menyajikan hasil pengukuran menggunakan konstantan debit alir 6.00 yang memberikann persentase *error* rata-rata sebesar

5.91% untuk pengukuran volume dan sebesar 6.68% untuk pengukuran debit alir.

Dari hasil perhitungan persentase kesalahan untuk kedua nilai konstanta ini dapat dilihat bahwa terjadi fluktuasi nilai persentase kesalahan volume maupun debit alir. Persentase yang diperoleh tidak menunjukkan kenaikan atau penurunan secara tetap terhadap nilai volume yang di-set. Pada volume set sama dengan satu dan dua liter terlihat bahwa konstanta $k = 5.75$ memiliki kesalahan yang relatif kecil dibandingkan dengan $k = 6$. Sedangkan pada volume set yang lain yaitu 1.5, 2.5, dan 3 liter, persentase kesalahan cukup bervariasi dimana terkadang pada $k = 5.75$ memiliki persentase kesalahan volume yang kecil dibandingkan dengan $k = 6$. Tetapi juga terjadi hal yang sebaliknya yaitu pada perbandingan persentase kesalahan debit aliran air. Hal ini turut dipengaruhi oleh beberapa keterbatasan pengukuran. Salah satu yang dianggap cukup berpengaruh yaitu pengukuran dilakukan dengan variasi debit alir yang tidak konstan mengingat putaran keran dari sumber air masih dilakukan secara manual walaupun pada katup saluran keluarnya telah dipasang katup otomatis (*solenoid valve*). Keterbatasan alat ukur volume dalam pengukuran ini pun dirasakan cukup berpengaruh terhadap hasil pengukuran dan perhitungan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa hasil percobaan prototipe alat ukur debit alir yang telah didesain memperlihatkan bahwa sistem pengukuran telah dapat berjalan dengan baik dan memberikan hasil yang cukup akurat. Pengukuran pada beberapa nilai konstanta debit memberikan persentase kesalahan volume dan debit yang kecil adalah pada $k = 5.75$. Perubahan nilai persentase kesalahan yang diperoleh fluktuatif dengan kenaikan atau penurunan yang tidak stabil diduga karena pengaruh keterbatasan alat ukur volume. Kajian selanjutnya disarankan untuk dilakukan pengembangan sistem ini dengan menguji nilai konstanta kalibrasi yang lebih presisi lagi dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Penggunaan sistem mekanik sensor juga dapat dikembangkan agar dapat mengukur aliran dengan laju dan tekanan yang lebih besar seperti pada aliran sungai.

REFERENSI

- [1] Adithya, Mohamad Vita Nur., *Perancangan dan Realisasi Keran Dan Pengisian Tangki Air Otomatis dengan Sensor Ultrasonik dan Liquid Water Level Menggunakan AT-Mega 328*. Prodi DII Teknik Komunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, 2014.
- [2] Prella Ramadhani, dkk., *Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Penggunaan Shower Mandi Otomatis dan Jumlah Penggunaan Debit*

Air Berbasis Arduino, SEMINAR NASIONAL Dinamika Informatika, Universitas PGRI Yogyakarta, 2017,

<http://repository.upy.ac.id/1455/1/19.pdf> diakses tanggal 09 Desember 2017.A

- [3] Purnama, Agus, *Definisi dan Fungsi Sensor Efek Hall*. 2012, <http://elektronika-dasar.web.id/definisi-dan-fungsi-sensor-efek-hall/> diakses tanggal 10 Desember 2017.A
- [4] Rocky Triady, dkk, *Prototipe Sistem Keran Air Otomatis Berbasis Sensor Flowmeter pada Gedung Bertingkat*, Jurnal Coding Sistem Komputer Untan, Volume 03, No. 3, hal 25-34 ISSN 2338-493x, 2015.
- [5] Sutono, *Monitoring Distribusi Air Bersih*, Jurnal Ilmiah SETRUM – Volume 5, No.1, Juni 2016 p-ISSN : 2301-4652 / e-ISSN : 2503-068X, 2016.
- [6] Sutris Astari, dkk., *Kran Air Wudhu' Otomatis Berbasis Arduino Atmega 328*, 2013, <http://jurnal.umrah.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/Sutris-Astari-080120201029.pdf> diakses tanggal 09 Desember 2017.