

PEMBUATAN ALAT UKUR DEBIT AIR MENGGUNAKAN SENSOR ALIRAN BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P

Mardani¹⁾, Yohandri²⁾, Zulhendri Kamus²⁾

¹⁾Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang
mardani148@yahoo.co.id

ABSTRACT

Has successfully made the water flow measuring devices using a microcontroller based flow sensor ATmega328P. This study included research into the laboratory experiments. The measurement technique does is measure directly and indirectly. Data obtained directly is the volume of water and the length of time water flows, while the data obtained indirectly is the flow of water. Based on the analysis of data can be revealed by some studies. First, the water flow measuring devices using ATmega328P microcontroller which serves to process the output of the sensor and change the sensor output with the expected output. Display the results of measurement of water flow measuring devices using LCD. The sensor used is a flow sensor that functions calculate how many liters of water out, how the water flow and how long the water flow. Second, water flow measuring devices have accuracy percentage of 94.5% sequentially, 98.5% and 97% for debit 0,11L / s. For the percentage of accuracy, at a discharge 0,11L/s and 0,05L/s is 99 % and 100 %.

Keywords : *Flow Sensor, Fluida, Mikrokontroler ATMEGA328P*

PENDAHULUAN

Pengukuran kuantitas aliran air sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pengukuran debit air sungai, pengukuran aliran fluida dalam praktikum di laboratorium, pengukuran ketinggian air dalam sebuah bendungan, pengukuran volume air PDAM. Selain dibutuhkan juga mempunyai banyak manfaat. Salah satu manfaatnya yaitu bagi praktikan dapat membuktikan hasil teori dengan pengukuran langsung. Untuk melakukan pengukuran dibutuhkan alat ukur. Dimana alat ukur yang biasa digunakan alat ukur analog, seperti gelas ukur untuk mengetahui berapa volume dari suatu cairan. Pengukuran menggunakan gelas ukur harus teliti, karena menggunakan gelas ukur harus dilihat visual mata yang kemungkinan perbedaan pembacaan antara orang satu dengan orang lainnya. Oleh karena itu pengembangan alat ukur debit air sangat diperlukan yang dapat menghasilkan debit air secara akurat.

Berdasarkan masalah yang dipaparkan di atas, maka perlu dirancang sebuah alat ukur kuantitas aliran air dengan spesifikasi desain dan spesifikasi performansi yang lebih baik. Dalam penelitian ini, alat ukur yang dibuat dapat menentukan berapa debit air, volume, kecepatan air dan waktu air mengalir. Alat yang dibuat diaplikasikan untuk praktikum fisika tentang aliran fluida. Dari permasalahan diatas disimpulkan bahwa penelitian ini berjudul "Pembuatan Alat Ukur Kuantitas aliran Air Menggunakan Flow Sensor Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P".

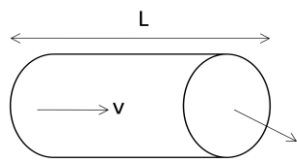
Sistem merupakan kumpulan komponen apapun baik fisik yang saling berhubungan satu sama

lain dan bekerja sama secara harmonis untuk mencapai satu tujuan tertentu^[1]. Sedangkan pengukuran didefinisikan sebagai suatu proses membandingkan suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis yang dipakai sebagai satuan^[2].

Sistem pengukuran dirancang untuk memenuhi spesifikasi tertentu. Spesifikasi performansi adalah mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap komponen pembentuk sistem, sedangkan spesifikasi desain nilai yang harus dicapai oleh suatu produk^[3].

Akurasi merupakan kedekatan (*closeness*) nilai yang terbaca pada alat ukur dengan nilai yang sebenarnya. Akurasi ditentukan dengan cara mengkalibrasi sistem pada suatu kondisi operasi tertentu. Sistem yang baik memiliki akurasi mendekati 100%. Presisi didefinisikan sebagai kemampuan suatu alat ukur untuk menghasilkan nilai yang sama pada pengukuran berulang. Presisi ditentukan melalui percobaan berulang, menggunakan sistem yang sama terhadap objek yang sama pada suatu besaran yang sama. Resolusi, yaitu perubahan terkecil yang dapat diukur pada instrumen atau tanggapan respon terkecil dari instrumen tadi. Sensitivitas, yaitu kepekaan instrumen terhadap impuls yang diberikan^[4].

Kuantitas aliran fluida per unit waktu yang mengalir menembus penampang sebarang dinamakan *rate* aliran (debit)^[5]. Fluida mengalir melalui sebuah pipa seperti pada Gambar 1.



A=luas penampang

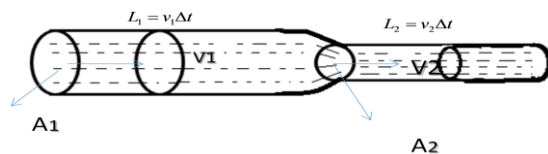
Gambar 1. Pipa dengan luas penampang (A) dan panjang (L)

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa ketika fluida mengalir dalam pipa sepanjang L , maka volume yang ada dalam pipa $V = A.L$ ^[6]. Berdasarkan Gambar 1 didapatkan laju aliran Q merupakan luas penampang pipa A dan kecepatan v dari fluida yang mengalir melewati pipa. Maka laju fluida dapat dilihat pada Persamaan (1).

$$Q = A.v \quad (1)$$

Dari Persamaan (1) laju fluida berbanding lurus dengan luas penampang dan kecepatan aliran fluida.

Gambar 2 memperlihatkan sebuah pipa yang memiliki diameter yang berbeda. Dimana garis putus-putus pada Gambar 2 merupakan garis arus. A_1 merupakan luas penampang pertama, A_2 merupakan luas penampang kedua, dan L merupakan jarak tempuh fluida. Analogi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Aliran fluida pada diameter pipa yang berbeda

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa fluida mengalir dari kiri ke kanan. Dimana kecepatan fluida dititik satu sama dengan kecepatan fluida dititik dua. Massa fluida yang masuk pada titik satu akan sama dengan massa fluida yang keluar pada titik dua. Sehingga diketahui rumus kekekalan massa pada fluida dalam Persamaan (2).

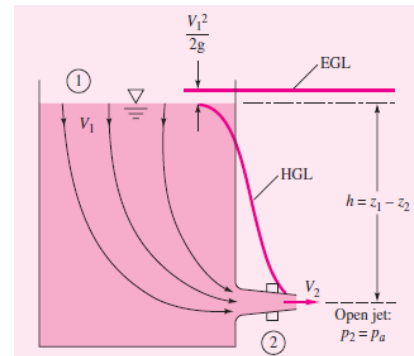
$$\begin{aligned} \text{Massa } A_1 &= \text{Massa } A_2 \\ \rho.A_1.v_1\Delta t &= \rho.A_2.v_2\Delta t \\ A_1.v_1 &= A_2.v_2 \end{aligned} \quad (2)$$

Persamaan (2) dinamakan persamaan Kontinuitas. $A.v$ merupakan debit fluida sepanjang tabung alir selalu konstan, maka disimpulkan :

$$Q = A_1.v_1 = A_2.v_2 = \text{konstan} \quad (3)$$

Sehingga untuk debit fluida disemua titik sama^[7].

Salah satu aplikasi aliran fluida adalah laju aliran zat cair dalam tangki terbuka. Aliran zat cair pada sisi tangki terbuka dari titik satu ke titik dua, dimana garis-garis arus sejajar dari titik satu ke titik dua. Aliran melalui tangki terbuka dapat dilihat Gambar 3.



Gambar 3. Aliran melalui tangki terbuka

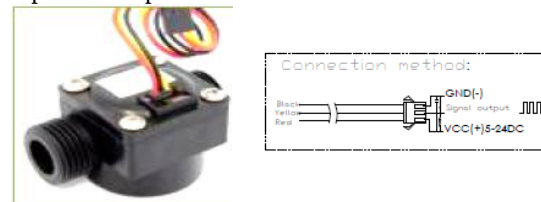
Persamaan Bernoulli dapat diilustrasikan dari Gambar 3. Dimana pada Gambar 3 kecepatan di titik satu adalah nol. Tekanan di titik satu dan dua adalah tekanan atmosfer. Sehingga didapatkan Persamaan Bernoulli untuk tangki terbuka adalah :

$$z_1 - \frac{v_1^2}{2g} + z_2 = 0 \quad (3)$$

Dari persamaan (3) dapat dicari kecepatan air dititik dua.

$$v_2 = \sqrt{2gh} \quad (4)$$

Adapun komponen elektronika pendukung alat ukur kuantitas aliran air ini adalah *Flow sensor*. *Flow Sensor* ini bekerja menggunakan rotor dan sensor efek hall. Saat air mengalir melewati rotor, rotor akan berputar. Kecepatan putaran air tergantung dengan kecepatan debit air. Sensor efek hall akan mengeluarkan output pulsa sesuai dengan besarnya debit air. Fisik dan skematik instalasi *Flow Sensor* dapat dilihat pada Gambar 4



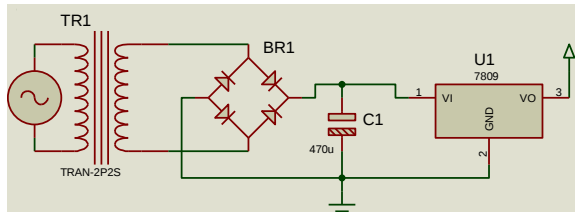
Gambar 4. Bentuk fisik dari *Flow sensor*

Dalam Gambar 4 terdapat tiga kabel yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda. Kabel merah menyatakan vcc dari sumber, kabel kuning yang akan dihubungkan dengan ATMEGA328P. Sedangkan kabel hitam untuk ground^[8].

“Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena efek Hall. Efek Hall ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada *device efek Hall* yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus 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^[9].”

Power supply adalah suatu perangkat yang menyalurkan energi listrik, menurunkan tegangan

AC serta mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Power supply merupakan komponen yang dibutuhkan hampir untuk semua peralatan elektronika. Hal ini disebabkan pada umumnya untuk mengoperasikan peralatan elektronika dibutuhkan tegangan DC. *Power supply* dibangun dengan menggunakan IC regulator tegangan. Rangkaian *power supply* teregulasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian *Power Supply*

Gambar 5 merupakan salah satu contoh rangkaian *power supply* yang paling sering ditemui dalam dunia elektronika.

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang dapat diprogram dan memiliki kemampuan untuk mengeksekusi langkah-langkah yang telah diprogram^[10]. *Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan perangkat yang digunakan untuk menampilkan data.

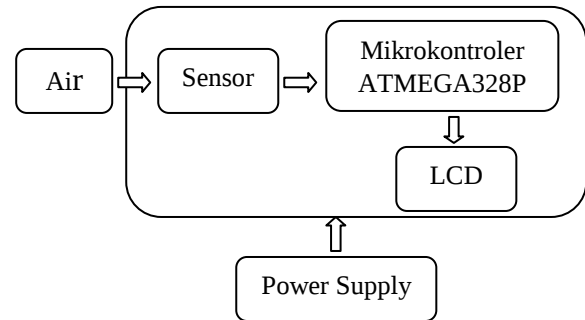
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang, penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2016 sampai Juni 2016 dengan tahapan kegiatan meliputi : penulisan proposal, penelitian, perancangan sistem, perakitan komponen, pengambilan data, dan pengolahan data. Penelitian ini tergolong dikelompokkan ke dalam penelitian eksperimen laboratorium.

Variabel dalam penelitian ini terbagi atas 3 bagian yaitu: variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Variabel bebas penelitian ini adalah kecepatan air dan waktu air mengalir. Variabel terikatnya adalah volume air, sedangkan variabel kontrol penelitian ini adalah nilai komponen elektronika.

1. Desain Perangkat Keras

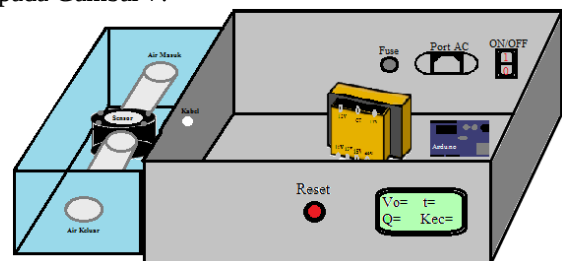
Desain perangkat keras dari sistem ada 2 yaitu desain rangkaian elektronika pembangun sistem dan desain mekanik sistem. Desain rangkaian elektronika pembangun sistem biasanya digambarkan dalam bentuk blok diagram. Blok diagram dari sistem alat ukur debit air terdiri dari beberapa rangkaian, diantaranya rangkaian *power supply*, rangkaian sensor aliran, rangkaian mikrokontroler ATMEGA328P, dan rangkaian LCD yang dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6. Blok diagram sistem

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa sistem alat ukur kuantitas aliran air menggunakan *Flow Sensor* berbasis mikrokontroler ATMEGA328P terdiri atas *power supply* yang digunakan sebagai catu daya Mikrokontroler ATMEGA328P. Data *Flow Sensor* akan dikirim ke Mikrokontroler ATMEGA328P dan ditampilkan pada LCD. Keluaran dari sensor akan terbaca oleh LCD yang meliputi debit air, kecepatan, volume air yang mengalir dan lama air mengalir.

Desain mekanik sistem ini terdiri dari *Flow Sensor*. *Flow Sensor* akan bekerja jika ada air yang mengalir. Pada box sistem terdiri dari dua bagian, yaitu box sensor dan box rangkaian. Pada box rangkaian terdapat LCD, ATMEGA328P, dan rangkaian *power supply*. Pada box sensor terdapat *Flow Sensor* yang terhubung ke box rangkaian. Desain alat ukur kuantitas aliran air dapat dilihat pada Gambar 7.

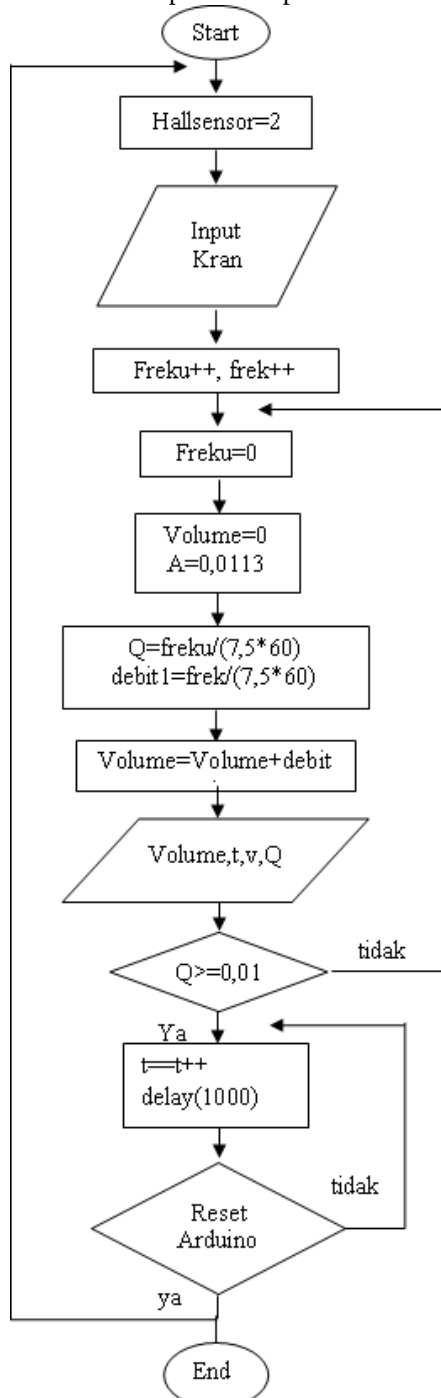


Gambar 7. Desain mekanik sistem alat ukur

Gambar 7 merupakan desain mekanik dari sistem alat ukur kuantitas aliran air yang dibuat terdiri dari box rangkaian dan box sensor. Box rangkaian terdiri dari LCD, rangkaian *power supply* dan Mikrokontroler ATMEGA328P. Sedangkan box sensor terdiri dari sensor yang terhubung ke box rangkaian. Ketika air mengalir melewati sensor maka sensor akan mengirim data ke Mikrokontroler ATMEGA328P. Mikrokontroler ATMEGA328P dihidupkan oleh rangkaian *power supply*. Keluaran dari sensor yang telah diprogram akan ditampilkan pada LCD. Pada LCD akan dikeluarkan berapa debit, kecepatan, volume dan waktu air mengalir.

2. Desain Perangkat Lunak

Desain perangkat lunak dari sistem alat ukur kuantitas aliran air dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain perangkat lunak

Berdasarkan Gambar 8 instruksi yang dilakukan dalam pemrograman sistem alat ukur debit air ini adalah dimulai dari kran air. Ketika kran air dibuka maka sensor akan membaca berapa pulsa frekuensi yang dihasilkan. Dari pulsa frekuensi yang dihasilkan didapatkan debit air dan volume air yang keluar dari sensor. Jika debit air yang keluar dari sensor melebihi 0,01 L/s, maka waktu akan hidup. Dan waktu akan berhenti jika debit kurang dari 0,01 L/s.

Penentuan spesifikasi desain alat ukur kuantitas aliran air ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi fungsi setiap bagian pembentuk sistem, dilakukan dengan dua cara, yaitu melakukan pemotretan setiap bagian alat ukur kuantitas aliran air dan menjelaskan fungsi dari setiap bagian tersebut. Sedangkan untuk penentuan spesifikasi performansi alat ukur kuantitas aliran air dilakukan melalui dua cara yaitu, penentuan ketepatan sistem alat ukur kuantitas aliran air. Adapun langkah-langkah untuk menentukan ketepatan sistem diantaranya :

- 1) Mengaktifkan dan menset alat ukur kuantitas aliran air sehingga bekerja dengan benar.
- 2) Mengalirkan air ke dalam pipa.
- 3) Mencatat hasil yang terbaca pada LCD.
- 4) Membandingkan hasil yang didapat secara perhitungan teoritis dengan hasil pembacaan alat ukur kuantitas aliran air yang telah dibuat.
- 5) Menentukan persentase kesalahan pengukuran oleh sistem alat ukur yang dibuat.

Sedangkan langkah-langkah dalam menentukan ketelitian pada sistem ini adalah:

- 1) Mengaktifkan dan menset alat ukur kuantitas aliran air sehingga bekerja dengan benar.
- 2) Mengalirkan air ke dalam pipa.
- 3) Mencatat hasil yang terbaca pada lcd.
- 4) Melakukan perulangan sebanyak 10 kali.
- 5) Membandingkan hasil yang didapat secara perhitungan teoritis dengan hasil pembacaan alat ukur kuantitas aliran air yang telah dibuat.
- 6) Menentukan persentase kesalahan pengukuran oleh sistem alat ukur yang dibuat

Analisis data pada alat ukur kuantitas aliran air ini meliputi persentase kesalahan, ketepatan pengukuran, standar deviasi, kesalahan relatif, dan ketelitian.

Untuk mencari persentase kesalahan alat ukur kuantitas aliran air dapat menggunakan persamaan 5.

$$\text{Persentase kesalahan} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana Y_n = Nilai sebenarnya dan X_n = Nilai yang terbaca pada alat ukur. Sedangkan untuk mencari ketepatan alat ukur kuantitas aliran air menggunakan persamaan 6.

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \quad (6)$$

Dimana A merupakan nilai dari ketepatan, sedangkan $|Y_n - X_n / Y_n|$ merupakan nilai mutlak dari kesalahan.

Untuk mencari nilai ketelitian alat ukur kuantitas aliran air menggunakan persamaan 7.

$$\text{ketelitian} = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| \quad (7)$$

Dimana perbedaan antara mencari nilai ketelitian dengan ketepatan hanya pada menukar pengali Y_n dengan $\bar{X}_n$, $\bar{X}_n =$ rata-rata dari set n pengukuran. Sedangkan untuk mencari standar deviasi dari pengukuran kuantitas aliran air menggunakan persamaan 8

$$\Delta X = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n-1}} \quad (8)$$

Dan untuk mencari nilai kesalahan relatif menggunakan persamaan 9.

$$KR = \frac{\Delta X}{\bar{X}} \times 100\% \quad (9)$$

Dimana KR merupakan nilai dari kesalahan relatif, ΔX merupakan nilai standar deviasi.

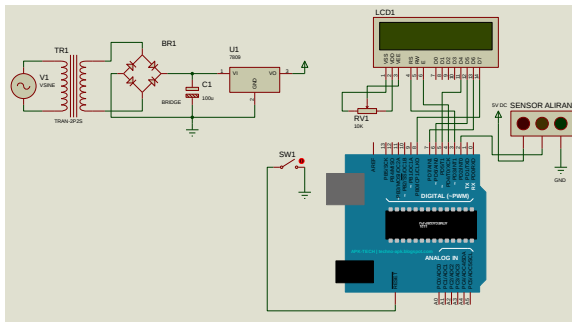
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian dijabarkan dengan menjelaskan spesifikasi performansi, spesifikasi desain, dan analisis data hasil penelitian, sehingga diperoleh hubungan antara variabel-variabel terkait untuk menjelaskan tujuan penelitian yang ditetapkan.

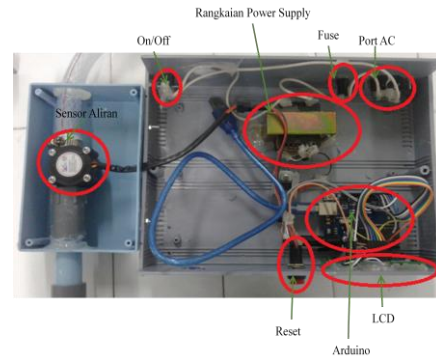
1. Spesifikasi Performansi Sistem

Spesifikasi performansi menjelaskan secara rinci bentuk dan dimensi perangkat keras, komponen-komponen, serta fungsi masing-masing komponen yang digunakan. Bentuk rangkaian secara keseluruhan dari alat ukur kuantitas aliran air yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian lengkap alat ukur kuantitas aliran air

Berdasarkan Gambar 9 dapat dijelaskan bahwa rangkaian dari alat ukur kuantitas aliran air terdiri dari rangkaian *power supply*, rangkaian LCD, rangkaian sensor dan rangkaian mikrokontroler arduino. Dimana semua rangkaian ini diletakkan pada box. Alat ukur kuantitas aliran air terdiri dari dua box. Bentuk fisik dari alat ukur kuantitas aliran air ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Bentuk fisik alat ukur kuantitas aliran air

Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa alat ukur terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah box sensor yang terdapat rangkaian sensor didalamnya. Box sensor berfungsi untuk menghindari kerusakan rangkaian elektronika penyusun sistem jika sewaktu-waktu terjadi kebocoran pipa. Bagian kedua yaitu box rangkaian, pada box rangkaian terdiri dari tombol *ON/OFF*, *Port AC*, tombol *reset*, rangkaian *power supply*, LCD dan ATMEGA328P.

Tombol *ON/OFF* berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan dan mematikan sistem alat ukur, tombol *reset* berfungsi untuk mengulang pengukuran dari awal, rangkaian *power supply* berfungsi sebagai catu daya dari alat ukur kuantitas aliran air, LCD untuk menampilkan data hasil pengukuran dan ATMEGA328P berfungsi sebagai pemrograman dalam mengolah hasil keluaran dari sistem alat ukur. Tegangan yang dibutuhkan untuk menghidupkan sensor 5 volt sedangkan tegangan yang dibutuhkan untuk menghidupkan arduino 9 volt DC.

Adapun hasil keluaran yang akan ditampilkan pada LCD dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan LCD

Berdasarkan Gambar 11 terlihat tampilan LCD untuk alat ukur kuantitas aliran air terdiri dari beberapa. v adalah banyaknya air yang ditampung selama masih ada debit air (L). t adalah waktu air mengalir sampai aliran berhenti (s). Q adalah debit air yang mengalir selama waktu tertentu (L/s). V adalah cepatnya air mengalir melewati pipa (m/s).

2. Spesifikasi Desain Sistem

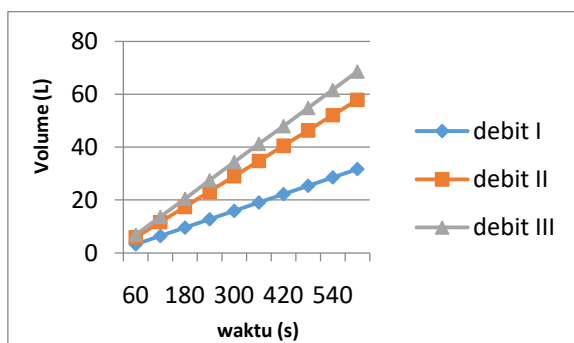
Spesifikasi desain sering juga disebut sebagai spesifikasi produk. Spesifikasi tergantung pada sifat alami dari material yang digunakan. Spesifikasi desain menjelaskan tentang karakteristik statik produk, toleransi, bahan pembentuk sistem, ukuran sistem, dan dimensi sistem. Karakteristik statik

secara umum terdiri dari ketepatan dan ketelitian dari alat.

Ketepatan didefinisikan sebagai beda atau kedekatan antara nilai yang terbaca oleh alat ukur dengan nilai yang sebenarnya. Secara umum akurasi sebuah alat ukur ditentukan dengan cara kalibrasi pada kondisi operasi tertentu dan dapat diekspresikan dalam bentuk persentase atau pada titik pengukuran yang spesifik. Suatu alat ukur yang baik memiliki akurasi mendekati 1 atau 100%, sedangkan ketelitian merupakan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan perhitungan secara teoritis dengan cara melakukan pengukuran berulang.

a. Hubungan waktu dengan volume

Pengukuran debit air divariasikan sebanyak 3 kali. Dimana untuk variasi debit I adalah 0,05L/s, variasi debit II adalah 0,1L/s, sedangkan untuk variasi debit III 0,11L/s. Untuk memvariasikannya putar kran yang ada pada alat. Hasil pengukuran untuk tiga variasi kecepatan dapat dilihat pada Gambar 12.

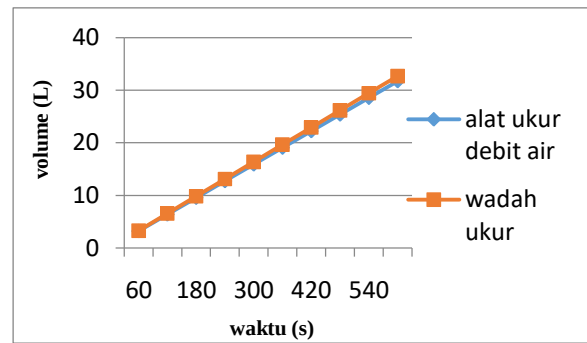


Gambar 12. Grafik hubungan volume terhadap waktu

Berdasarkan Gambar 12 dapat dilihat bahwa semakin cepat air mengalir maka volume air yang semakin besar.

b. Ketepatan Pengukuran Alat Ukur Kuantitas aliran Air

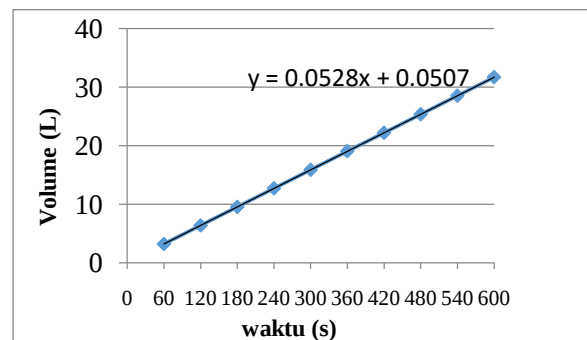
Ketepatan pengukuran pada sistem alat ukur ini adalah dengan membandingkan hasil pengukuran dari alat ukur kuantitas aliran air dengan hasil pengukuran wadah ukur. Hubungan antara waktu dan volume air berbanding lurus. Dimana semakin lama waktu air mengalir semakin banyak volume air yang ditampung. Data yang diperoleh dapat diplot pada grafik dengan menempatkan waktu pada sumbu X dan volume pada sumbu Y. Hubungan antara waktu dengan volume pada debit I dengan membandingkan alat ukur kuantitas aliran air dengan wadah ukur dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik hubungan waktu aliran dengan volume air pada kecepatan 0,47 m/s

Berdasarkan Gambar 13 terlihat bahwa perbedaan volume antara alat ukur kuantitas aliran air dengan wadah ukur diakibatkan oleh selisih rata-rata volume alat ukur per menitnya 3,17 liter, sedangkan selisih rata-rata volume wadah ukur per menitnya 3,26 liter.

Untuk mengetahui linieritas antara volume alat ukur dengan waktu air mengalir dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik linieritas volume air dengan waktu pada kecepatan I

Berdasarkan Gambar 14 didapatkan persamaan linieritasnya $v = 0,0528t + 0,0507$. Dari persamaan diatas dapat dijelaskan bahwa volume air dipengaruhi oleh waktu dan debit, dimana debit yang terbaca berkisar 0,0507. Sehingga dapat disimpulkan volume linear terhadap pertambahan waktu.

c. Ketelitian Pengukuran Alat Ukur Kuantitas aliran Air

Ketelitian alat ukur kuantitas aliran air diperoleh dengan melakukan 10 variasi waktu dan 3 variasi debit dengan 10 kali pengulangan. Dapat dilihat pada Tabel 1 data sistem alat ukur kuantitas aliran air pada debit I dengan 10 kali pengukuran volume.

Tabel 1. Data perulangan sistem alat ukur untuk debit 0,05L/s

t(s)	Volume									
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
60	3,14	3,17	3,2	3,17	3,22	3,19	3,23	3,22	3,18	3,21
120	6,29	6,33	6,35	6,34	6,38	6,36	6,4	6,4	6,35	6,38
180	9,46	9,49	9,5	9,5	9,54	9,53	9,52	9,57	9,51	9,55
240	12,63	12,65	12,68	12,66	12,71	12,7	12,75	12,74	12,68	12,71
300	15,79	15,8	15,82	15,82	15,88	15,87	15,92	15,91	15,84	15,88
360	18,96	18,96	18,97	18,98	19,04	19,04	19,09	19,08	19	19,06
420	22,13	22,12	22,13	22,15	22,21	22,21	22,27	22,25	22,17	22,21
480	25,3	25,27	25,29	25,31	25,38	25,38	25,44	25,43	25,39	25,37
540	28,46	28,43	28,44	28,48	28,54	28,55	28,61	28,6	28,5	28,54
600	31,59	31,59	31,6	31,64	31,71	31,72	31,78	31,77	31,67	31,7

t(s)	$\bar{v}$	ketelitian	ΔV	KR(%)
60	3,193	1,02	0,01	0,28
120	6,358	1,01	0,01	0,17
180	9,517	1,01	0,01	0,11
240	12,691	1,00	0,01	0,10
300	15,853	1,00	0,01	0,09
360	19,018	1,00	0,02	0,08
420	22,185	1,00	0,02	0,08
480	25,356	1,00	0,02	0,07
540	28,515	1,00	0,02	0,07
600	31,677	1,00	0,02	0,07

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa alat ukur kuantitas aliran air memiliki ketelitian yang relatif tinggi pada debit I. Ketelitian rata –rata volume air adalah 1 dengan standar deviasi rata –rata 0.01 dan kesalahan relatif rata – rata 0,11%.

B. Pembahasan

Alat ukur kuantitas aliran air ini terdiri dari dua box, yaitu box rangkaian elektronika dan box sensor. Box rangkaian elektronika meliputi rangkaian penyusun sistem alat ukur kuantitas aliran air, seperti rangkaian LCD, rangkaian power supply dan board rangkaian mikrokontroler. Box sensor terdiri dari rangkaian *Flow Sensor*.

Prinsip kerja dari alat ukur kuantitas aliran air ini adalah ketika air mengalir dengan debit melebihi 0,01L/s maka waktu mulai aktif. Nilai debit air, kecepatan dan volume tampil pada LCD. Adapun prinsip kerja dari *Flow Sensor* adalah ketika ada air yang melewati sensor maka akan terbaca frekuensi pulsa atau berlogika high, sebaliknya ketika air tidak mengalir maka tidak ada frekuensi pulsanya atau sama dengan low. Hasil keluaran dari *Flow Sensor* ini yang akan di olah dengan mikrokontroler ATMEGA328P untuk mendapatkan nilai volume selama waktu tertentu.

Berdasarkan teori, pada saat air melewati sensor debit yang terbaca mendekati pengukuran debit secara teori. Sedangkan nilai volume air secara pengukuran dan perhitungan tidak berbeda jauh pada waktu tertentu.

Pengujian alat ukur kuantitas aliran air ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran alat ukur dengan hasil pengukuran alat standar dan wadah ukur pada waktu tertentu. Dari hasil pengukuran antara alat ukur dengan alat standar pada debit I didapatkan perbedaan volume 0,98 liter. Untuk persentase kesalahan rata-rata volume adalah 2,97%, ketepatan rata-rata 97,03%. Sedangkan untuk persentase debit didapatkan kesalahan rata-rata 8,5% dan ketepatan rata-rata 91,5%. Untuk data berulang pada kecepatan I didapatkan ketelitian rata – rata volume air 1,005 liter, standar deviasi 0,01, kesalahan relatif 0,11%.

Kelebihan dari alat ukur kuantitas aliran air ini adalah perhitungan yang dilakukan secara digital kemudian tampilan keluaran dari alat ukur ini berupa LCD yang langsung menampilkan volume air, debit dan kecepatan, serta lama waktu debit air. sehingga pembacaan berupa volume air dapat dengan mudah dibaca oleh pengguna.

Kelemahan alat ukur ini adalah pada saat menggunakan alat ukur harus dipastikan terlebih dahulu, apakah slang yang digunakan sudah terpasang dengan kokoh atau belum. Dimana jika slangnya masih belum terpasang kokoh maka akan terjadi kebocoran pada alat ukur kuantitas aliran air.

KESIMPULAN

Dari pembahasan mengenai alat ukur kuantitas aliran air menggunakan *Flow Sensor* berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Hasil penentuan spesifikasi performansi alat ukur kuantitas aliran air terdiri dari rangkaian power supply, rangkaian mikrokontroler ATMEGA328P, *Flow Sensor*, dan lcd. rangkaian power supply berfungsi sebagai catu daya dengan keluaran 9 volt. sensor yang digunakan adalah *Flow Sensor* yang berfungsi sebagai penghitung jumlah debit air, volume air dan kecepatan air. Rangkaian mikrokontroler ATMEGA328P berfungsi untuk mengolah keluaran sensor agar sesuai dengan keluaran yang diharapkan. Keluaran berupa kecepatan air dan debit air akan ditampilkan di LCD.
- Hasil penentuan spesifikasi desain dari alat ukur kuantitas aliran air ini adalah sebagai berikut :
 - Ketepatan dari alat ukur kuantitas aliran air ini cukup baik, dimana ketepatan debit air 0,11L/s mencapai 94,5%.
 - Ketelitian dari alat ukur kuantitas aliran air ini juga cukup baik. Dimana ketelitian rata-rata terendah yang didapat 0,99.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Istiningsih. (2009). *Pengertian Sistem dan Analisis Sistem*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- [2] Alonso, Finn. (1980). *Dasar-Dasar Fisika* Universitas. Jakarta: Erlangga
- [3] Bakri, I. (2010). *Spesifikasi Awal Produk*. Retrieved 11 28, 2015, from <http://www.scribd.com>
- [4] Fraden, J. (2003). *Handbook of Modern Sensors*. Newyork: Erlangga.
- [5] Pratikto, w. &. (1989). *Mekanika Fluida 1*. Yogyakarta: Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Saputri, S. D. (2009). *Rancang Bangun Venturimeter Berbasis Mikrokontroler*. Depok: UI.
- [7] Setiawan, I. (2009). *Sensor dan Tranduser*. Bandung: Undip.
- [8] Prio, N. G. (2013.). Sistem Pendeteksi Dini Menggunakan Sensor Kecepatan Air Dan Sensor Ketinggian Air Pada Mikrokontroler ATMEGA328P. *Jurnal Teknik Pomits* , Vol.2 (ISSN: 2337-3539), Hlm. 1-5.
- [9] Yohandri. (2013). *Mikrokontroler dan Antar Muka*. Padang: UNP.