

RANCANG BANGUN ALAT KONTROL ALIRAN FLUIDA UNTUK MENSIMULASIKAN HUKUM KONTINUITAS SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA

Jesi Pebralia¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Raden Fatah Palembang

jesi.pebralia_uin@radenfatah.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat kontrol aliran fluida untuk mensimulasikan hukum kontinuitas sebagai media pembelajaran fisika. Alat kontrol aliran fluida dirancang menggunakan perangkat digital berupa mikrokontroler arduino uno dan *water flow sensor* yang dirancang secara sistematis. Penelitian ini menghasilkan alat kontrol aliran fluida yang valid untuk mensimulasikan Hukum Kontinuitas yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika.

Kata kunci: aliran fluida, Arduino Uno, *water flow sensor*, Hukum kontinuitas.

Abstract

This study aims to create a fluid flow control to simulate continuity law as a media for physics learning. Fluid flow control is designed using a digital devices, consist of two main components: Arduino Uno microcontroller and a water flow sensor, that is systematically designed. This study produces a valid fluid flow control to simulate the Continuity Law which can be used as a media for physics learning.

Key words: Fluid flow, Arduino Uno, water flow sensor, Continuity Law.

ملخص

أداة تصمىم تم ال فیزیاء ل تعلم كوسیدلة الاس تمراریة قانون لمحاكاة الاسوائل تدفق فی ل لتحكم أداة إن شاء إلى ال دراسة هذه ت هدف ب شكل تصمیه تم ال ذي المریاه تدفق ومسد تشعیر اوندو اردویو نوم التحكم شكل فی رقمی جهاز ب اس تخدام الاسوائل تدفق فی ال التحكم ل تعلم كوسیدلة اس تخدامه یمكن الی الاس تمراریة قانون لمحاكاة صالحة الاسوائل تدفق فی ل لتحكم أداة ال دراسة هذه وت ن ت ج بمنهجی ال فیزیاء

الاس تمراریة قانون، المریاه تدفق اس تشعیر، اوندو اردویو نو، الاسوائل تدفق: ال بحث ك ل مات

PENDAHULUAN

Ilmu fisika merupakan salah satu bidang keilmuan yang wajib diajarkan pada pendidikan dasar dan menengah. Pada pendidikan dasar ilmu fisika diajarkan secara terintegrasi dengan ilmu biologi dan kimia melalui mata pelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA). Sejalan dengan pendidikan dasar, pada jenjang pendidikan menengah pertama ilmu fisika juga terintegrasi dengan bidang keilmuan biologi dan kimia yang diajarkan melalui mata pelajaran ilmu pengetahuan alam. Pada jenjang pendidikan menengah atas ilmu fisika diajarkan secara khusus

melalui mata pelajaran fisika untuk setiap siswa yang mengambil konsentrasi IPA.

Bidang keilmuan fisika mengandung ruang lingkup materi yang sangat luas. Ruang lingkup ilmu fisika melingkupi materi-materi skala terkecil yang tergabung dalam kajian fisika kuantum sampai materi-materi pada skala yang sangat besar (kosmos) yang tergabung dalam kajian kosmologi. Pada jenjang pendidikan dasar dan menengah ruang lingkup materi yang diajarkan dalam ilmu fisika sebagian besar berkisar pada hukum-hukum fisika yang ada dalam kehidupan sehari-hari seperti materi pengukuran, besaran dan satuan, gerak lurus

beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB), gerak melingkar, hukum I Newton, hukum II Newton, hukum III Newton, fluida statis dan fluida dinamis, kalor, getaran dan gelombang, kelistrikan dan kemagnetan, dan lain sebagainya. Kemudian terdapat sebagian kecil berkisar pada kajian fisika kuantum seperti atom dan kajian fisika skala besar seperti planet dan lain sebagainya.

Mata pelajaran fisika seringkali menjadi mata pelajaran yang dianggap sulit. Hal ini disebabkan adanya kompleksitas pada setiap ruang lingkup materinya. Sebagai contoh untuk memahami materi hukum I Newton, guru sebagai fasilitator dapat menjelaskan gambaran umum hukum I Newton dengan cara membuat gambar di papan tulis dan kemudian merumuskan formula matematis terhadap materi tersebut. Dalam pembelajaran konvensional, rata-rata guru menjelaskan ruang lingkup materi fisika secara langsung menggunakan bahasa matematis yang rumit tanpa terlebih dahulu menggambarkan konsep secara jelas terhadap materi yang diajarkan. Untuk mempermudah dalam menyampaikan materi fisika guru dapat menggunakan berbagai macam media pembelajaran seperti gambar, simulasi komputer, simulasi langsung, dan lain sebagainya.

Studi analisis aliran air banyak dilakukan, misalnya dengan menggunakan pipa venturi [1], menggunakan pendekatan sistem dinamik [2], dan lain sebagainya. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan suatu sistem kontrol untuk mendapatkan debit aliran fluida yang stabil akan tetapi masih memiliki kekurangan, seperti perhitungan debit masih dilakukan secara

manual. Oleh karena itu pada penelitian ini, dirancang sebuah alat yang dapat mensimulasikan aliran fluida secara digital menggunakan sensor aliran air (*water flow sensor*) yang dikombinasikan dengan *submersible pump*.

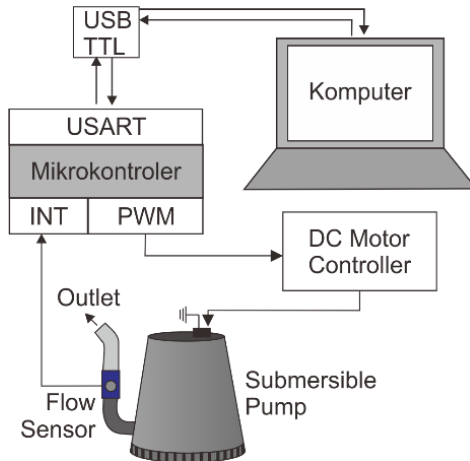
DESAIN PENELITIAN

A. Desain Kontrol Aliran Fluida

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan alat peraga aliran fluida yang mana debit aliran tersebut dapat terbaca dan di atur. Pengembangan alat peraga ini terdiri dari 2 tahapan, yang pertama adalah perancangan alat pengatur debit aliran fluida dan tahapan uji coba. Komponen utama dari perancangan debit aliran fluida terdiri dari

1. Pompa air *submersible*
2. Rangkaian pengatur Motor DC
3. Mikrokontroler Atmega328p
4. USB TTL
5. Komputer PC

Pompa air *submersible* berfungsi untuk memompa air dari tangki silinder, rangkaian pengatur motor DC berfungsi untuk mengatur tegangan masukan pada pompa sehingga debit aliran fluida dapat disesuaikan dengan keinginan, sedangkan mikrokontroler Atmega328p yang digunakan untuk mengatur semua proses pada sistem. Untuk menghubungkan antara mikrokontroler dan komputer PC dapat menggunakan USB TTL sebagai alat komunikasi serial antar sistem dan PC, serta PC digunakan sebagai antar muka sistem. Blok diagram rancangan debit aliran fluida ditunjukkan pada Gambar 1.



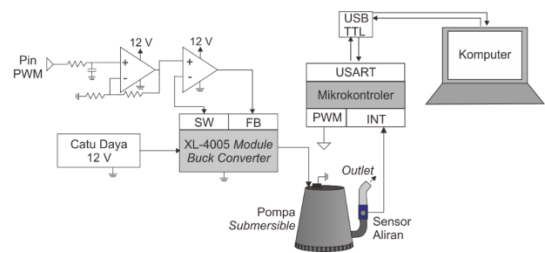
Gambar 1. Blok diagram rancangan pengatur debit aliran fluida.

Debit aliran fluida yang diinginkan diatur berdasarkan berdasarkan pulsa PWM yang diberikan oleh Atmega 328p ke pompa *submersible*. Sebelum dikirim ke pompa, pulsa yang diberikan tersebut akan diubah menjadi tegangan oleh mikrokontroler. Besar kecilnya tegangan yang diberikan ke pompa akan mempengaruhi putaran motor pada pompa, akibatnya akan mempengaruhi banyaknya air yang keluar dari pompa *submersible*.

B. Proses Kalibrasi

Setelah rangkaian pengatur tegangan berhasil dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah proses kalibrasi. Desain kalibrasi yang akan dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.2. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik tegangan dari Modul XL-4005 dan debit air yang keluar dari pompa. Ketika sistem dihidupkan, sinyal digital yang berasal dari PWM akan digunakan sebagai inputan bagi modul XL-4005. Selanjutnya, sinyal ini akan diubah menjadi tegangan analog yang akan diteruskan menuju mikrokontroler Atmega328p.

Tegangan yang keluar dari modul ini akan diukur setiap tingkatan sehingga akan diperoleh setiap PWM yang dihasilkan terhadap tegangan output dari modul XL-4005. Setelah kalibrasi tegangan telah selesai, selanjutnya ialah kalibrasi debit aliran fluida. Pada tahap kedua ini, tegangan dari output dari rangkaian modul XL-4005 akan diteruskan menuju pompa *submersible*. pada pompa tersebut telah terpasang sensor aliran fluida yang digunakan untuk membaca kecepatan aliran fluida di dalam pipa selanjutnya akan dihitung banyaknya volume air yang yang dihasilkan setiap waktu.

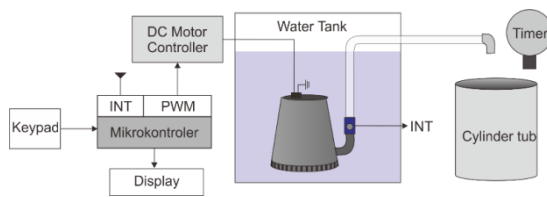


Gambar 2. Rancangan kalibrasi tegangan dan pompa

C. Desain Eksperimen

Setelah perancangan pengatur tegangan berhasil dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah tahap uji coba. Secara umum rancangan eksperimen ditunjukkan pada Gambar 3.3. Besarnya debit aliran fluida yang mengalir pada pompa akan dibaca oleh sensor flow. Sensor flow ini bekerja berdasarkan banyaknya cacahan yang terjadi. Cacahan ini berasal dari medan magnet yang timbul akibat adanya fluida yang mengalir melewati sensor. Banyaknya cacahan ini akan diterjemahkan oleh mikrokontroler sebagai besarnya debit air yang berasal dari pompa

yang mengalir pada pipa. Selanjutnya, sebagai penampung air digunakan tabung silinder sebagai alat untuk mengukur banyak volume yang air yang dihasilkan setiap waktu. Kemudian, untuk mengukur waktu selama proses eksperimen digunakan stopwatch. Pada proses akhir, dibandingkan antara debit air yang berasal dari pembacaan mikrokontroler dan perhitungan secara manual yang berasal dari tabung silinder.



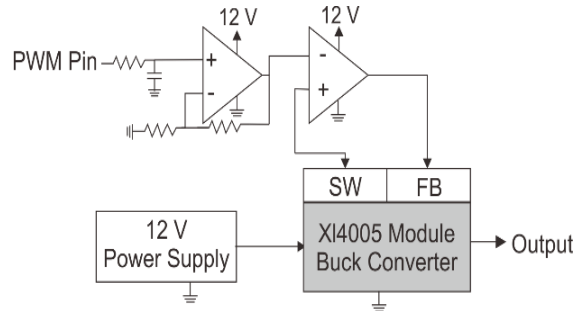
Gambar 3. Rancangan eksperimen alat kontrol aliran fluida

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rangkaian Pengatur Tegangan untuk Pompa *Submersible*

Pada penelitian ini, peneliti telah berhasil membangun sebuah alat kontrol aliran fluida dengan menggunakan sistem digital. Rancang bangun alat kontrol aliran fluida untuk mensimulasikan hukum kontinuitas sebagai media pembelajaran fisika telah berhasil dilakukan. Perancangan ini meliputi beberapa tahapan. Pertama-tama adalah perancangan kontrol motor DC. Kontrol motor adalah komponen sangat penting karena sebagai komponen utama dalam alat dan bertugas untuk mengatur putaran motor pada pompa *submersible* sehingga keluar aliran air menjadi stabil. Kontrol motor DC tersebut terdiri dari modul XL4005 *buck converter* sebagai pengkonversi tegangan yang berasal dari catu daya ke tegangan kerja dari pompa *submersible*.

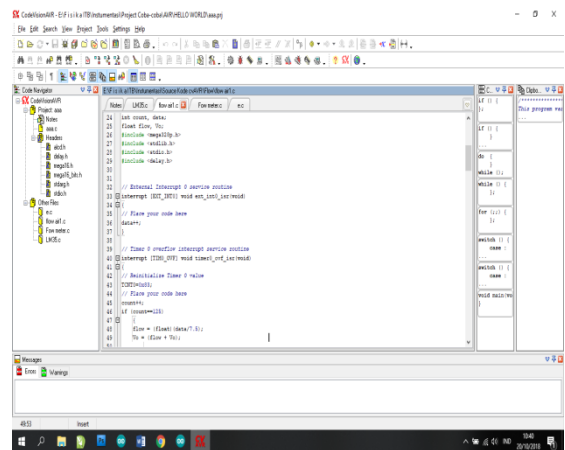
Kemudian, agar rangkaian pengatur tegangan dapat diatur dengan PWM, maka modul XL4005 dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dihasilkan rangkaian seperti pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Rangkaian pengatur tegangan untuk pompa *submersible*

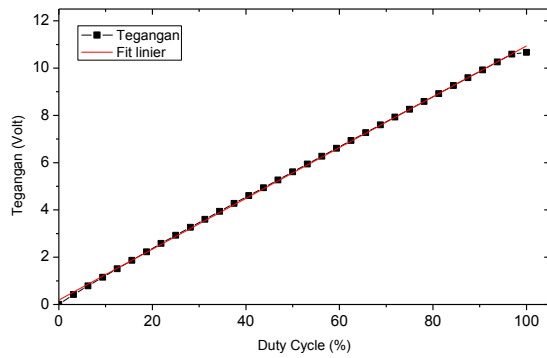
B. Proses Kalibrasi Alat

Setelah rangkaian pengatur tegangan telah selesai dibuat, alat kontrol aliran fluida ini selanjutnya diuji validitasnya dengan melakukan kalibrasi.



Gambar 5. Program cvAVR

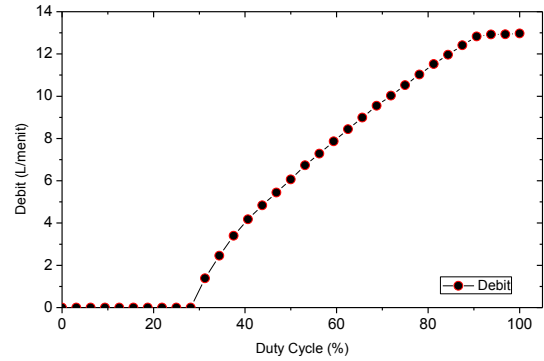
Pada mikrokontroler Atmega328p, diprogram dengan menggunakan software cvAVR dengan tampilan seperti pada Gambar 5. Hasil kalibrasi tegangan terhadap duty cycle yang diberikan ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Data hasil kalibrasi tegangan (volt) terhadap duty cycle (%)

Berdasarkan data pada Gambar 6, semakin besar nilai pulsa yang diberikan semakin besar pula tegangan yang dihasilkan dengan kenaikan tegangan secara linear dari 0 – 12 volt dengan mengikuti persamaan 1 dengan V adalah tegangan (V) dan x adalah duty cycle (%) dengan $R^2=0,999$. Berdasarkan data pada Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa modifikasi modul XL4005 buck converter sebagai rangkaian pengatur tegangan telah berhasil dilakukan dan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

Setelah proses kalibrasi telah selesai, selanjutnya rangkaian penagatur tegangan dipasang ke pompa *submersible* untuk mengkarakterisasi debit aliran fluida yang dihasilkan berdasarkan duty cycle 0–100%. Karakterisasi dilakukan dengan menyambungkan keluaran dari rangkaian pengatur tegangan ke tegangan input dari pompa *submersible*. Hasil karakterisasi debit aliran fluida dari pompa *submersible* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Karakterisasi debit aliran fluida dari pompa *submersible*

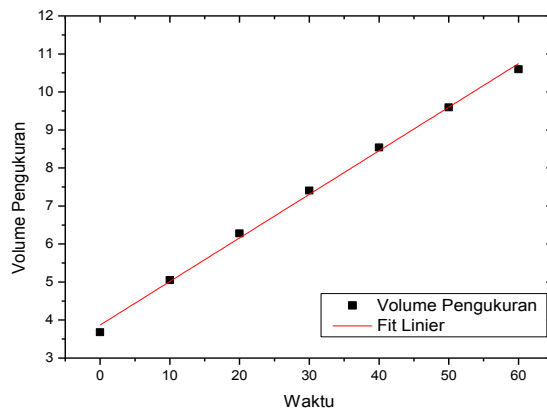
Pada gambar 7 menunjukkan hasil karakterisasi debit aliran fluida yang berasal dari pompa submersible. Berdasarkan pada gambar 4.4, duty cycle yang diberikan dari 0 – 30%, pompa tidak memberikan respon apapun. Hal ini dapat dilihat dari nilai debit yang dihasilkan sebesar 0 L/ment. Akan tetapi, setelah duty cycle telah mencapai lebih dari 30% mulai terdeteksi adanya aliran fluida. Hal ini berarti pompa submersible memiliki tegangan minimal (treshhold) sebesar 3,49 V untuk memompa air. Selanjutnya, pada duty cycle 93 – 100%, debit aliran fluida tidak menunjukkan adanya perubahan. Hal ini dapat dinyatakan bahwa pompa submersible telah mencapai batas maksimum dari tegangan kinerjanya akibatnya aliran fluida menjadi konstan walaupun tegangan terus ditingkatkan melalui duty cycle. Berdasarkan hasil pada gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa pompa submersible yang digunakan dapat digunakan untuk menghasilkan debit aliran fluida maksimum sebesar 12,9 L/ment.

Proses kalibrasi dan karakterisasi telah dilakukan maka, pengujian debit aliran fluida dapat dilakukan. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur waktu pengisian fluida terhadap sebuah selinder. Kemudian, hasil

pengukuran dibandingkan dengan berdasarkan hasil perhitungan secara teori. Pengujian dilakukan dengan variasi volume yang berbeda.

C. Percobaan Hukum Kontinuitas Menggunakan Alat Kontrol Aliran Fluida

Hasil percobaan Hukum Kontinuitas menggunakan alat kontrol aliran fluida ditunjukkan ke dalam Gambar 8 di bawah ini. Pada gambar tersebut tampak bahwa besarnya PWM yang diberikan bersesuaian dengan debit fluida yang dihasilkan.



Gambar 8. Hasil uji coba alat kontrol aliran fluida.

Pada penelitian ini, uji coba kontrol aliran fluida telah berhasil dikembangkan dan dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran untuk memperagakan aliran fluida dalam sebuah pipa. Pengujian telah dilakukan dengan melakukan beberapa indikator volume air dengan cara memberikan debit aliran fluida tertentu dan dihitung waktu yang diperlukan untuk mencapai volume air tersebut. Hasilnya ditunjukkan seperti pada Gambar 4.5. respon yang ditunjukkan oleh pompa air sangat baik. Hal ini dapat dilihat bahwa garis interpolasi data yang terbentuk berbentuk linier. Simpangan hanya terjadi pada beberapa titik yaitu pada detik 20, 30 dan 40. Akan tetapi,

simpangan yang terjadi sangat kecil sehingga data yang diperoleh masih dapat diterima.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancang bangun alat kontrol aliran fluida untuk mensimulasikan hukum kontinuitas sebagai media pembelajaran fisika telah berhasil dilaksanakan.
2. Alat kontrol aliran fluida berasal dari modul XL-4005 buck converter yang dimodifikasi. Alat kontrol ini digunakan untuk mengontrol tegangan pada pompa submersible sehingga aliran fluidanya dapat disesuaikan dengan keinginan. Sedangkan pompa submersible digunakan untuk mengalirkan fluida ke pipa.
3. Hasil uji coba menunjukkan bahwa respon pompa sangat baik karena data yang dihasilkan berbentuk linier.

DAFTAR PUSTKA

- [1] Abidin, K., dan Wagiani, S. 2013. Studi Analisis Perbandingan Kecepatan Aliran Air melalui Pipa Venturi dengan Perbedaan Diameter Pipa. *Jurnal Dinamika* hal: 62-78, Vol.04, No.1.
- [2] Sutoyo, Edi. 2016. Simulasi Aliran Fluida melalui Pendekatan Sistem Dinamik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol.02, No.02.
- [3] Hadi, Sutrisno. Analisis Regresi. Yogyakarta: Andi.
- [4] Mukhaiyar, Utriwenni. 2011. Regresi Linier Sederhana dan Korelasi.

<https://personal.fmipa.itb.ac.id/utriweni/files/2011/08/11.-Regresi-Linear-Andat-Nov-11.pdf>, diakses pada 8 Oktober 2018.