



**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN SUDUT TERHADAP  
KETINGGIAN PERMUKAAN FLUIDA BERBASIS ARDUINO**

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan**

**OLEH**

**VIDENTUS BENU**

**8420320140098**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA SEKOLAH TINGGI  
KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
(STKIP) SOE  
2020**



**SEKOLAH TINGGI KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN SOE**  
**Jl. Badak No 5A Lokasi 2 SMK Negeri 1 SoE**  
**Email: stkip.soe@gmail**

---

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam tugas akhir ini benar-benar karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain ataupun pengutipan dengan cara-cara tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam tugas akhir ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ternyata saya melakukan tindakan atau menjiplak tulisan orang lain seolah-olah tulisan saya sendiri, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan SoE. Termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

SoE, 31 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,



**VIDENTUS BENU**  
**8420320140098**

## PENGESAHAN

### ANALISIS PENGARUH KECEPATAN SUDUT TERHADAP KETINGGIAN PERMUKAAN FLUIDA BERBASIS ARDUINO

Mengesahkan bahwa tugas akhir ini telah disetujui, diuji dan dipertahankan dalam Ujian Tugas Akhir pada tanggal 31 Agustus 2020.

(SoE, 31 Agustus 2020)

Disahkan oleh:

**Tim penguji:**

1. Ketua:

Pembimbing I

2. Sekretaris:

Pembimbing 2

3. Anggota:

Penguji

**Tanda Tangan:**



**Kostan D. E. Mataubenu, M. Si**

NIDN. 0825058808



**Infianto Boimau, M. Si**

NIDN. 0828078801



**Dens E.S.L. Asbannu, S.Si, M.Pd**

NIDN. 0815118101

## **MOTTO**

“Karenabagipohonmasihadharapan. Apabiladitebang,  
diabertunaskembali, dantunasnyatidakberhentitumbuh”

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Analisis Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Ketinggian Permukaan Fluida Berbasis Arduino" dengan baik. Selanjutnya tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat adanya dukungan dan partisipasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang terdalam kepada:

1. Bapak Ared J. Bilik, ST, M.Si selaku penanggungjawab STKIP SoE yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan perkuliahan pada lembaga ini.
2. Bapak Kostan D. F Mataubenu, M.Si selaku ketua program studi Pendidikan Fisika yang telah mengarahkan dan mengizinkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Kostan D. F Mataubenu, M.Si selaku dosen pembimbing 1 yang telah membantu meluangkan waktu dan pikiran dengan penuh kesabaran dalam membimbing penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Infianto Boimau, M.Si selaku dosen pembimbing II yang selalu membantu dan meluangkan waktu dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak/Ibu dosen program studi pendidikan Fisika yang selalu mendukung, memberikan motivasi, semangat dan ilmu secara akademik.
6. Bapak Moses Benu dan ibu Blandina Susu yang selalu memberikan kasih sayang, pengorbanan, motivasi, semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kakak Kanis, Kakak Sovy, adik Udis, anak Aurel, anak Sandra dan anak Rian yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama ini.
8. Wilfrida Muni Klau yang selalu setia memberikan semangat bagi penulis.
9. Sahabat-sahabatku Anto, Efha, Marten, Mesak, Sofran, Willy, dan Yori yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
10. Teman-teman angkatan dua program studi pendidikan fisika tahun 2014 yang selalu memberikan semangat dan dukungan terimakasih atas kebersamaannya.

11. Terimakasih atas dukungan dan motivasi dari semua pihak yang tidak dapat disebutkan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan tugas akhir ini.

SoE, ..... 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul .....	
Pernyataan Keaslian .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Motto .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	vi
Daftar Tabel .....	vii
Daftar Gambar .....	viii
Daftar Lampiran .....	ix
Abstrak.....	1
Pendahuluan .....	1
Dasar Teori.....	2
Metode Penelitian.....	4
Hasil Dan Pembahasan .....	7
Kesimpulan .....	12
Saran .....	13
Daftar Pustaka .....	14

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Percepatan Gravitasi ( $g$ ) .....	12
---	----



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Wadah Dan Karakteristik Yang Mempengaruhinya .....	3
Gambar 2. Diagram Perangkat Keras .....	5
Gambar 3. Diagram Alir Perangkat Lunak .....	5
Gambar 4. Desain Perangkat Mekanik .....	6
Gambar 5. Pengujian Kinerja Alat Eksperimen .....	7
Gambar 6. Hasil Desain Perangkat Keras.....	8
Gambar 7. <i>List</i> Desain Perangkat Lunak .....	9
Gambar 8. Hasil Pengujian Alat Eksperimen .....	9
Gambar 9. Putaran Fluida Hasil Analisis Aplikasi <i>Tracker</i> .....	10
Gambar 10. Grafik Putaran Fluida Dan Persamaan Putaran Fluida Setelah Mencapai Kecepatan Terminal .....	10
Gambar 11. Tinggi Permukaan Fluida Yang Diukur Dengan Aplikasi <i>Tracker</i> .....	11
Gambar 12. Grafik Hubungan Ketinggian Putaran Fluida ( $y$ ) Dan Kecepatan Sudut ( $\omega$ ) .....	11

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Percepatan Gravitasi.....	16
Lampiran2. Dokumentasi.....	17

# ANALISIS PENGARUH KECEPATAN SUDUT TERHADAP KETINGGIAN PERMUKAAN FLUIDA BERBASIS ARDUINO

Videntus Benu<sup>1</sup>, Kostan Mataubenu<sup>2</sup>, Infianto Boimau<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Sekolah Tinggi Keguruan dan

Ilmu Pendidikan SoE

Jl. Badak No 5A Lokasi II SMKN 1 SoE

[dentusbenu@gmail.com](mailto:dentusbenu@gmail.com)

## ABSTRAK

Telah dikembangkan alat eksperimen fisika berbasis *arduino* untuk mengamati hubungan kecepatan sudut dan tinggi permukaan fluida. Rancang alat yang dikembangkan menggunakan komponen-komponen elektronik seperti *arduino*, *push button*, LCD, *drive motor* L298N, motor DC, dan *power supply* sebagai komponen utama perangkat keras (*hardware*). Sedangkan untuk perangkat lunak (*software*) menggunakan *compiler IDE arduino* yang berbasis bahasa C#. *Arduino* digunakan untuk mengontrol kecepatan sudut fluida, sedangkan kecepatan sudut diukur menggunakan *software tracker*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kecepatan putar fluida sebanding dengan akar tinggi fluida, tinggi fluida sebanding dengan kuadrat kecepatan sudut fluida ( $\omega^2$ ). Dari hasil perhitungan nilai percepatan gravitasi yang didapat adalah  $9,737 \text{ m/s}^2$  yang menunjukkan bahwa alat eksperimen yang dirancang baik dan bisa digunakan dalam pembelajaran fisika untuk materi fluida yang diputar.

**Kata Kunci:** *Arduino*, *Driver Motor*, *Motor DC*, *Tracker*, *Fluida*.

## PENDAHULUAN

Eksperimen adalah metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan fisika dan untuk membuktikan sendiri kebenaran dalam konsep fisika. Suatu teori akan diterima menjadi hukum apabila terbukti secara eksperimen. Oleh karena itu, eksperimen merupakan hal yang sangat penting dalam mempelajari fisika (Shoum, dkk., 2014). Pengaruh eksperimen dalam pembelajaran yaitu siswa mampu menemukan sendiri berbagai jawaban atau persoalan yang dihadapi dengan melakukan percobaan sendiri. Selain itu, siswa dapat terlatih dalam cara berpikir yang ilmiah, dengan eksperimen siswa menemukan bukti kebenaran dari suatu teori yang dipelajari.

*Arduino* merupakan sebuah mikrokontroler yang menggunakan bahasa pemrograman C dengan *source code open source* (Prabowo dan Indratno, 2017). Kita bisa memanfaatkan *arduino* untuk beberapa hal, salah satunya untuk membuat perangkat atau *device* eksperimen dalam fisika. Mikrokontroler sebagai sebuah perangkat kontroler yang

sederhana dan praktis karena tidak terlalu rumit dan membutuhkan beban yang tinggi. Mikrokontroler mampu mengolah data secara otomatis dan mengendalikan suatu sistem secara mandiri (Boimau dan Mellu, 2019). Eksperimen yang memanfaatkan mikrokontroler sebagai prosesor bersifat otomatis, digital, dan memiliki hasil perhitungan yang lebih akurat dibandingkan dengan alat eksperimen yang manual. Oleh karena itu, alat eksperimen yang menggunakan mikrokontroler dapat digunakan sebagai perangkat pendukung dalam melakukan eksperimen di bidang fisika, untuk mengakuisisi data. Salah satu cara yang lain untuk mengakuisisi data adalah dengan menggunakan *tracker*.

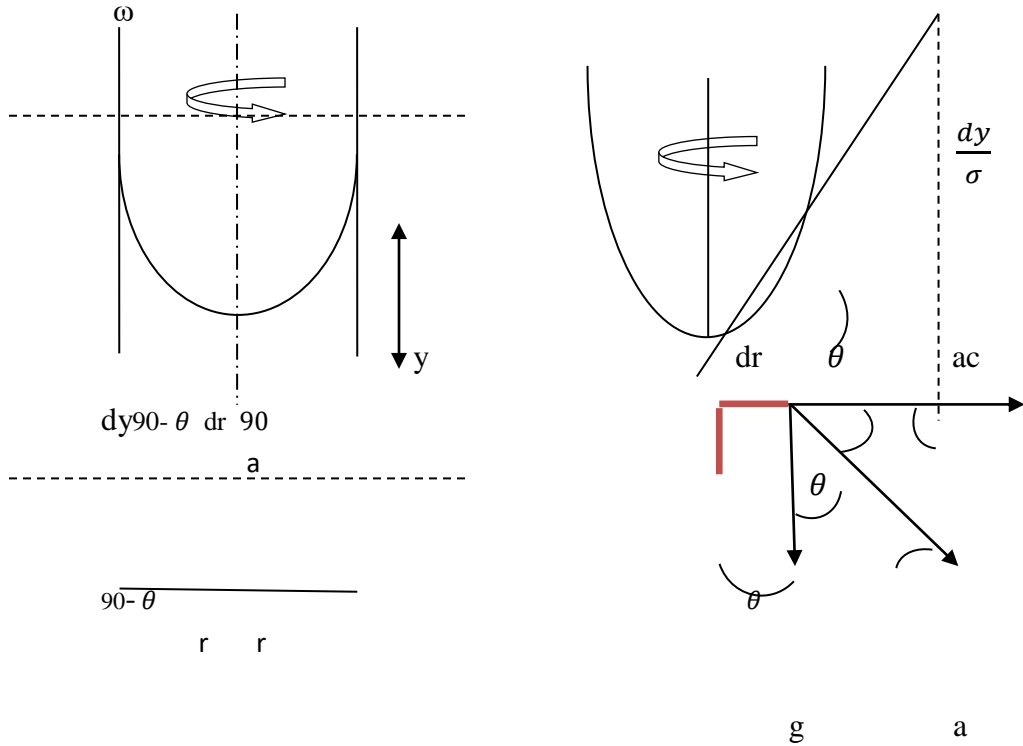
*Tracker* merupakan suatu cara yang hebat dan inovatif untuk menggabungkan antara video dengan model komputer. *Software* ini didukung oleh sumber daya digital yang menyediakan suatu hubungan ke tutorial dan video yang siap untuk dianalisis (Gregorio, 2015). Prinsip kerja *software* ini adalah mengkonversi video menjadi gambar (Wantoro, dkk., 2016). *Tracker* menyediakan suatu bayangan dan suatu *software* analisis video yang cocok sebagai alat bantu untuk mengantarkan konsep-konsep fisika dalam ruang kelas. Kekuatan dari *tracker* terletak pada kenyataan bahwa seseorang dapat memvisualisasikan konsep tersebut dalam waktu real (Eddy, 2016). *Tracker* mempunyai kemampuan untuk menyediakan banyak cara kepada pengguna dari suatu cara representasi data. *Software tracker* menyediakan tool-tool dari representasi banyak dari data eksperimen. Analisis pelacakan video menggunakan *software tracker* seharusnya juga mampu melatih keterampilan representasi banyak dalam konteks fisika (Anissofira, 2017). Salah satunya untuk materi fluida.

Fluida merupakan satu diantara banyaknya topik fisika yang memiliki sifat-sifat yang memenuhi kaidah-kaidah ilmiah. Sebagai contoh, apabila fluida dalam wadah diputar dengan kecepatan tertentu, maka permukaannya akan naik dan membentuk parabola. Kenaikkan permukaan fluida ini dipengaruhi banyak faktor seperti: gaya sentripetal, gaya kohesi dan adhesi, tegangan permukaan, dan sebagainya. Namun pengaruh-pengaruh tersebut belum diamati secara detail, karena keterbatasan alat. Berdasarkan uraian di atas tentang *arduino*, *tracker*, maka dimungkinkan untuk dilakukan eksperimen dalam mengamati fenomena fluida yang diputar. Oleh karena itu, peneliti akan melakukan penelitian tentang analisis pengaruh kecepatan sudut terhadap ketinggian permukaan fluida berbasis *arduino*.

## **DASAR TEORI**

### **1. Fluida**

Fluida adalah zat cair yang dapat mengalir karena tidak dapat menahan tegangan geser. Salah satu ciri utama fluida adalah kenyataannya bahwa jarak antara dua molekulnya tidak tetap, bergantung pada waktu. Ini disebabkan oleh lemahnya ikatan antara molekul yang disebut kohesi. Gas bersifat mudah dimampatkan sedangkan zat cair sulit untuk dimampatkan. Gas jika dimampatkan dengan tekanan yang cukup besar akan berubah menjadi zat cair (Halliday, dkk., 2010). Apabila fluida diputar dengan kecepatan tertentu, maka permukaannya akan naik seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Wadah Dan Karakteristik Yang Mempengaruhinya.

Untuk menentukan tekanan di dalam wadah yang berputar, kita perlu menurunkan ekspresi untuk tekanan diferensial.

$$\tan \theta = \frac{ac}{g} = \frac{dy}{dr} \dots \dots \dots (1)$$

$$= \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{dy}{dr}$$

$$= \frac{\omega^2 r dr}{g} = dy \dots \dots \dots (2)$$

Perbedaan tekanan dari r ke r<sub>0</sub> diperoleh dengan mengintegalkan Persamaan 2.

$$= \int_0^y dy = \int_0^r \frac{\omega^2}{g} r dr \dots \dots \dots (3)$$

$$y = \frac{\omega^2}{g} \int_0^r r dr$$

$$y = \frac{\omega^2}{g} \frac{1}{2} r^2 \Big|_0^r$$

$$y = \frac{\omega^2}{g} \frac{1}{2} r^2 - 0$$

$$y = \frac{\omega^2}{2g} r^2$$

Dengan demikian persamaan tinggi permukaan fluida ( $y$ ) adalah:

$$y = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \dots\dots\dots (4)$$

Jika dianalogikan persamaan 4 untuk memperoleh persamaan percepatan gravitasi maka:

$$g = \frac{r^2}{2y} \omega^2 \dots\dots\dots (5)$$

dimana :  $\omega$  = kecepatan sudut (rad/s),  $r$  = diameter wadah (m),  $g$  = kecepatan gravitasi ( $m/s^2$ ),  $y$  = ketinggian (m)

### 2. Arduino

*Arduino* adalah sebuah platform komputasi fisik *open source* berbasiskan rangkain *input/output* (I/O) sederhana dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *processing*. *Arduino* dapat digunakan untuk mengontrol LED. Selain itu, *arduino* dapat mengembangkan obyek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer. Bahasa pemrograman *arduino* adalah bahasa C. PWM adalah singkatan dari *Pulse Width Modulation* merupakan fitur pada *arduino* adalah metode untuk mendapatkan sinyal analog dari sinyal digital, dengan adanya fungsi ini kita dapat mengirim sinyal tinggi dan rendah pada *arduino* untuk mengaktifkan sesuatu tetapi dengan kekuatan tertentu dan dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan kita seperti mengontrol kecepatan motor DC. Pada *Pulse Width Modulation* (PWM) nilai parameter adalah 0 hingga 255, pada saat siklus kerja 0% atau sinyal *LOW full*, maka nilai yang dikeluarkan adalah 0 volt atau setara dengan GND, sedangkan pada siklus kerja 100% atau sinyal tinggi maka nilai yang dikeluarkan adalah 5 volt. Adapun persamaan dari *Pulse Width Modulation* (PWM) adalah:

Siklus kerja = nilai parameter x 5 volt / 255 atau siklus kerja = nilai parameter x 100% / 255. Dimana: Nilai parameter = 0 hingga 255; 5 Volt = 100%; 255 = nilai parameter maksimum, maka kita dapat mengetahui *presentase* kecepatan pada PWM.

### 3. Tracker

*Tracker* merupakan sebuah perangkat lunak yang mampu menganalisis dan memodelkan fenomena gerak dan optik, bersifat tak berbayar (*free*), dan dikembangkan oleh *Open Source Physics* (OSP) dengan menggunakan kerangkakerja *Java* (Wee dan Lee, 2011). Dengan kata lain *tracker* dapat didownload secara bebas dan digunakan pada suatu piranti komputer (Firdaus, dkk. 2017). Melalui *tracker*, kita dapat dengan mudah menganalisis permasalahan dunia nyata khususnya pada topik pengaruh putaran terhadap ketinggian permukaan fluida yang terkadang mustahil dilakukan tanpa bantuan teknologi.

Secara sederhana, *tracker* memiliki kemampuan untuk melakukan *track* (pelacakan) pada gerak suatu objek sehingga dapat diperoleh berbagai informasi yang dibutuhkan dalam analisis pada suatu peristiwa gerak. Melalui aktivitas perekaman suatu fenomena gerak yang nyata dengan menggunakan perekam video (*handycame*), maka

hasil rekaman tersebut dapat diolah pada aplikasi *tracker*. Melalui cara ini, kita dapat menginterpretasikan berbagai data yang ditampilkan dalam perangkat, sehingga mudah bagi kita untuk melakukan analisis fenomena gerak tersebut.

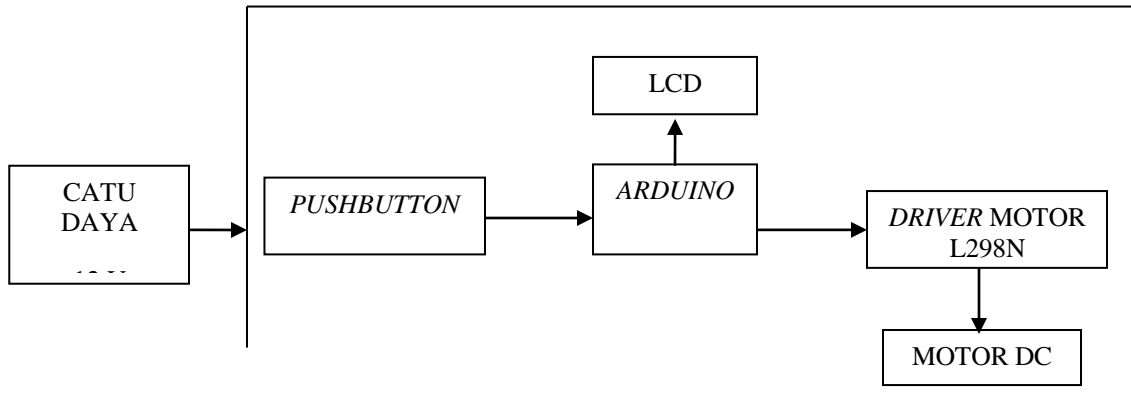
Keunggulan dari *software tracker* antara lain: memberikan cara sederhana dan mudah untuk memahami proses pergerakan benda (Asrizal, dkk. 2018), menyediakan representasi banyak dari data (Annisofira, 2017), mampu menangkap video dari suatu peristiwa kehidupan dan menganalisisnya dengan mudah (Firdaus, dkk. 2017), membantu memahami prinsip-prinsip dan fenomena alam secara lebih mendalam serta membuat fisika lebih menarik (Hockicko, 2013).

## **METODE PENELITIAN**

Rancang bangun alat eksperimen dari penelitian ini terdiri dari empat bagian utama, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), perancangan sistem mekanik, dan pengujian kinerja alat eksperimen yang dikembangkan. Rancang bangun alat eksperimen ini digunakan untuk mengetahui pengaruh kecepatan sudut fluida terhadap ketinggian permukaan fluida.

### **• Perangkat Keras**

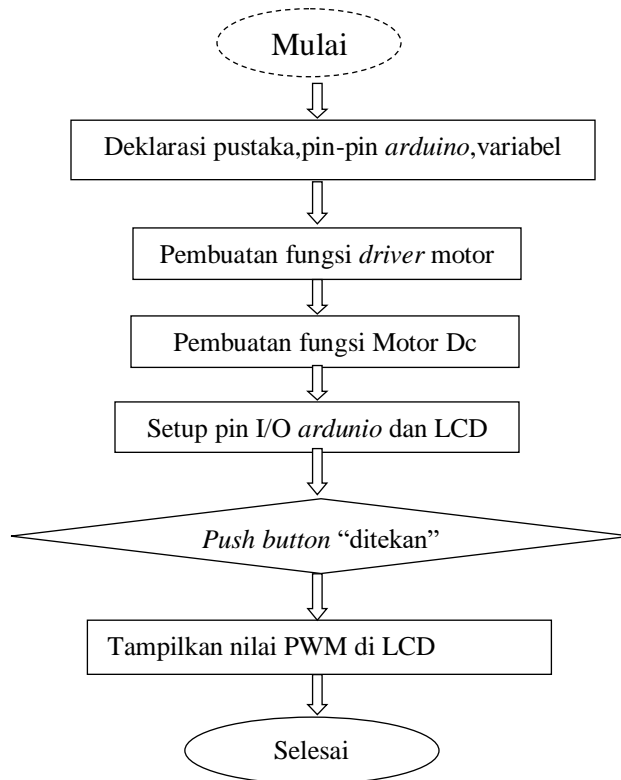
Rancang bangun perangkat keras alat eksperimen yang dikembangkan terdiri dari tiga blok sistem diantaranya ada *input*, proses dan *output*. *Input* sistem perangkat keras terdiri dari tombol *push button*. Sistem pemrosesan data dikendalikan oleh *arduino* yang berfungsi sebagai perangkat kontrol. *Output* sistem perangkat keras terdiri dari *Liquid Crystal Display (LCD)*, *driver* motor, motor DC dan catu daya sebagai sumber arus. Diagram rancang bangun perangkat keras alat eksperimen yang dikembangkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Perangkat Keras

### • Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada alat eksperimen pengaruh kecepatan sudut fluida terhadap tinggi permukaan fluida berbasis *arduino*, dikembangkan menggunakan bahasa C# dengan *Compiler Integrated Development Environment (IDE) Arduino Mega 2560*. Perancangan perangkat lunak terdiri dari beberapa bagian yaitu deklarasi pustaka dan variabel, definisi pin-pin *arduino*, setup pin-pin *arduino* dan LCD 16x2, pembuatan fungsi *driver* motor, pembuatan fungsi motor DC, mengukur kecepatan, menuliskan hasil pengukuran pada LCD 16x2. *Flowchart* untuk perancangan perangkat lunak pada alat eksperimen yang telah dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 3.

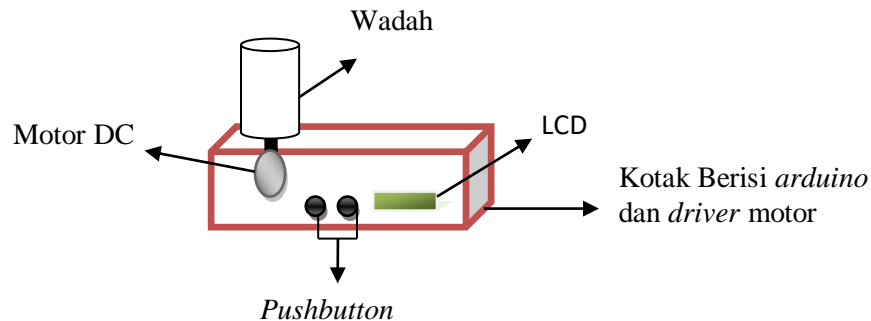


Gambar 3. Diagram Alir Perangkat Lunak



- **Perangkat Mekanik**

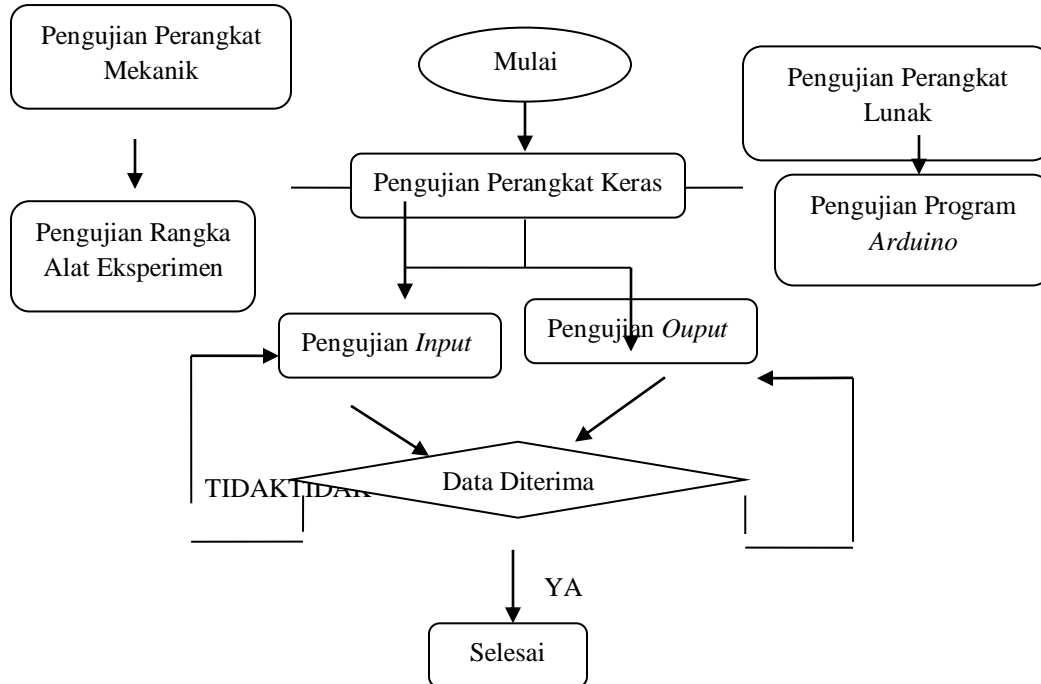
Desain perangkat mekanik adalah sebuah kotak yang bermanfaat sebagai tempat untuk menempatkan *arduino*, *driver* motor di dalamnya, serta motor DC dipasang tepat pada tutupnya yang ujung dari motor DC dikeluarkan tepat di atas tutupnya sebagai tempat untuk mendudukkan wadah, sedangkan LCD dipasang tepat di samping kotak agar kita dapat melihat nilai dari PWM dilayar LCD, dan tombol *pushbutton* dipasang disamping LCD agar kita dapat menekannya untuk mengatur nilai PWM yang ditampilkan di LCD. Desain perangkat mekanik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Perangkat Mekanik

- **Pengujian**

Pengujian kinerja alat eksperimen dan perangkat elektronik yang telah dirancang bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan kevalidan alat eksperimen sebelum melakukan pengukuran. Pengujian perangkat elektronik terdiri dari pengujian LCD 16x2, pengujian *driver* motor, dan pengujian motor DC. Perangkat elektronik yang digunakan akan diuji coba kelayakannya masing-masing sebelum dirangkai menjadi sebuah alat eksperimen yang akan digunakan untuk menganalisis konsep fluida yang diputar dan menentukan tinggi permukaan fluida yang diputar dengan nilai dan kecepatan yang berbeda-beda. Adapun pengujian kinerja alat eksperimen dan perangkat elektronik ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian Kinerja Alat Eksperimen

#### • Prosedur Eksperimen

Tujuan eksperimen ini untuk mengetahui hubungan antara kecepatan sudut fluida dengan tinggi permukaan fluida yang terbentuk, karena itu variabel bebasnya adalah kecepatan sudut dan variabel terikatnya adalah tinggi permukaan fluida. Jadi dalam eksperimen ini yang diubah-ubah adalah nilai kecepatan sudut.

Adapun prosedur eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

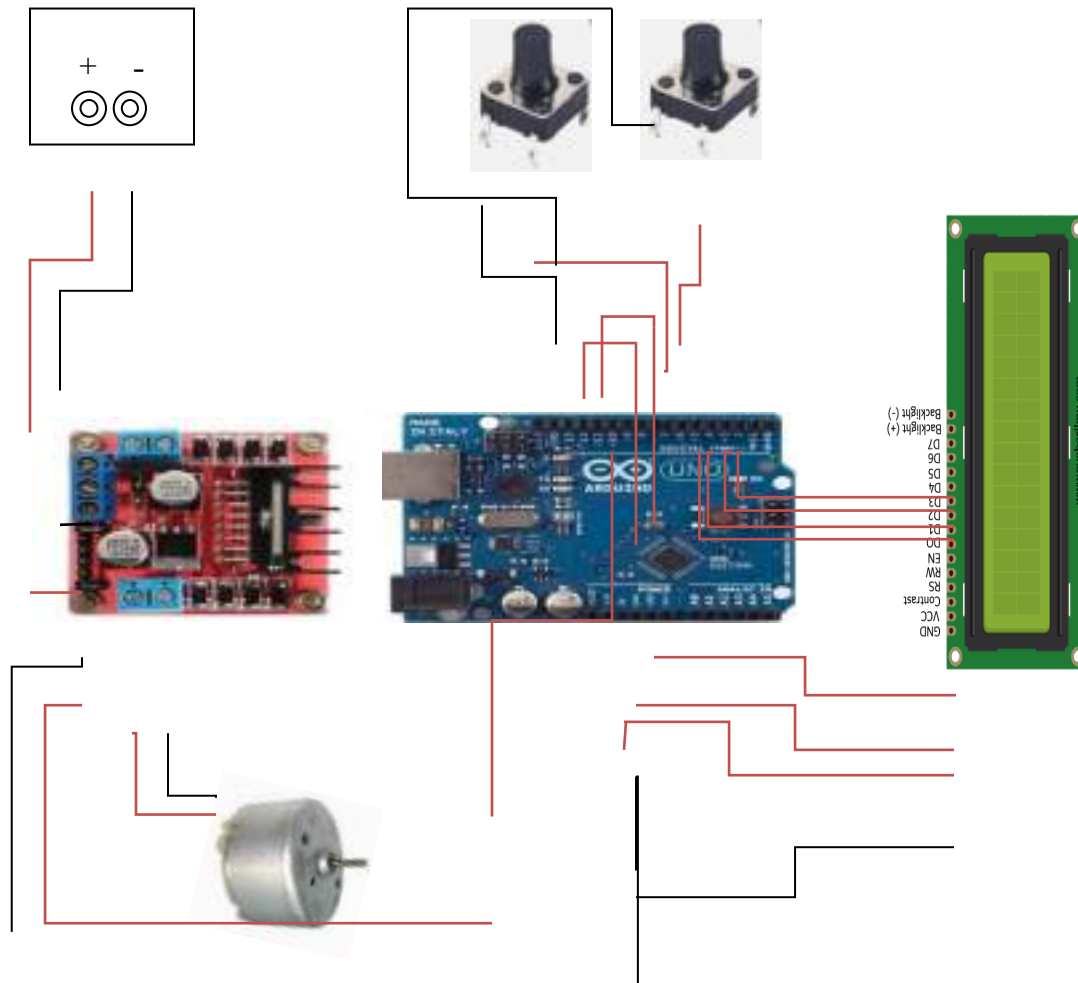
1. Menyiapkan alat eksperimen.
2. Fluida dimasukkan ke dalam wadah.
3. Mengatur kecepatan putar fluida dengan cara menekan tombol+ atau tombol -.
4. Merekam video putaran fluida
5. Menganalisis video menggunakan *tracker*.
6. Langkah ke 3 sampai ke 5 diulangi dengan kecepatan sudut yang lebih besar lakukan sampai 14 kali percobaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### • Hasil Desain Perangkat Keras

*Push button* terhubung dengan pin 6 dan 7 pada *arduino* sebagai pengirim sinyal ke *drive motor* L298N, motor DC, dan LCD. *Arduino* sebagai penerima sinyal, pengirim sinyal dan pengontrol *driver* motor, motor DC dan LCD. *Driver motor* L298N terhubung dengan motor DC sebagai *output* dan terhubung dengan *arduino* pada pin 10 sebagai *input*. Pin D7 LCD terhubung dengan pin 2 *arduino*, Pin D6 LCD terhubung dengan pin 3 *arduino*, pin D5 LCD terhubung dengan pin 4 *arduino*, pin D4 LCD terhubung dengan pin 5 *arduino*, pin E LCD terhubung dengan pin 11 *arduino*, pin RS LCD terhubung

dengan pin 12 *arduino*, pin LCD yang terhubung dengan pin *arduino* menerima sinyal untuk menampilkan nilai dan kecepatan dari motor DC. Hasil desain perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Desain Perangkat Keras

Alat eksperimen ini didesain untuk memutar motor DC yang akan memutar wadah yang berisi fluida. Alat eksperimen ini memutar fluida dengan memanfaatkan *arduino* dan motor DC. Dalam penggunaannya *arduino* bekerja dengan tegangan 5 volt sedangkan motor DC bekerja dengan tegangan 12 volt maka *arduino* tidak bisa mengontrol motor DC, sehingga digunakan *driver* motor untuk mengubah sinyal dari *arduino* yang mempunyai tegangan 5 volt menjadi 12 volt agar motor DC dapat bekerja. Dalam penelitian ini motor DC dapat diatur kecepatannya menggunakan *arduino*. Hal ini dilakukan dengan menghubungkan dua buah tombol *pushbutton* yang salah satunya untuk menambah nilai PWM, apabila nilai PWM besar maka kecepatan sudutnya besar sedangkan tombol yang lain untuk menurunkan nilai PWM, apabila nilai

PWM kecil maka kecepatan sudutnya kecil. Untuk mengetahui perubahan kecepatannya maka LCD digunakan untuk menampilkan presentase nilai *PulseWith Modulation* (PWM) yang ada pada *arduino*. *Power supply* digunakan untuk menyuplai tegangan dan arus pada sistem yang dirancangan, sedangkan *arduino* mendapat arus dari stop kontak atau *laptop*.

#### • Hasil Desain Perangkat Lunak

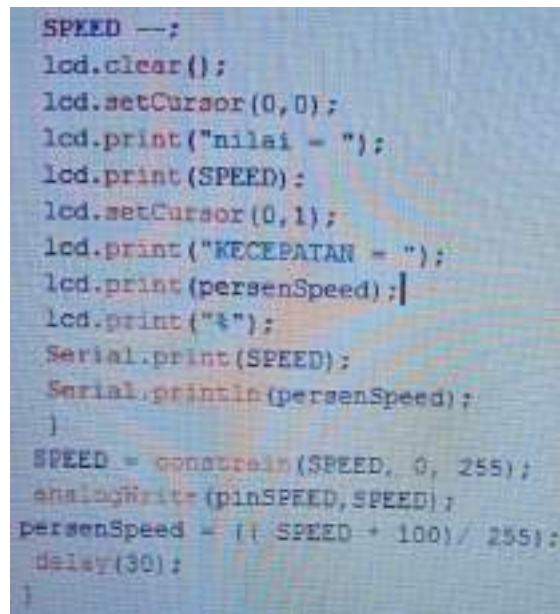
Desain perangkat lunak ini untuk mengontrol kecepatan putar dari fluida melalui motor DC. Fitur *arduino* yang di program adalah *PulseWith Modulation* (PWM). Secara umum program yang dibuat adalah untuk membaca *input*, pin *input* memproses pada *arduino* dan mengirimnya ke *output*. *Output* berupa tampilan nilai PWM dan presentase PWM serta sinyal analog atau arus ke motor DC melalui *driver* motor. Untuk menambah kecepatan atau menurunkan kecepatan putar motor DC maka yang dilakukan dalam pemrograman adalah menambah atau menurunkan nilai *PulseWith Modulation* (PWM) seperti pada persamaan 6. Jika tombol yang ditekan adalah tombol untuk menambah kecepatan motor DC maka nilai arus yang dikirim ke motor DC semakin besar sehingga kecepatan putar dari motor DC semakin cepat, apabila tombol yang ditekan adalah tombol untuk menurunkan kecepatan putar dari motor DC maka nilai arus yang dikirim ke motor DC semakin kecil sehingga kecepatan putar motor DC semakin lambat. Adapun *list* programnya seperti pada Gambar 7.



```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(2560);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(pinIn1, INPUT);
  pinMode(pinIn2, INPUT);
  pinMode(pinSPEED, OUTPUT);

  digitalWrite(pinIn1, HIGH);
  digitalWrite(pinIn2, HIGH);
}

int SPEED = 255;
```



```
SPEED --;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("nilai = ");
lcd.print(SPEED);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("KECEPATAN = ");
lcd.print(persenSpeed);
lcd.print("%");
Serial.print(SPEED);
Serial.println(persenSpeed);
}
SPEED = constrain(SPEED, 0, 255);
analogWrite(pinSPEED, SPEED);
persenSpeed = ((SPEED + 100) / 255);
delay(30);
}
```

Gambar 7. *List*Desain Perangkat Lunak

- **Hasil Pengujian**

Rancangan alat eksperimen yang dikembangkan diuji coba di LAB.SAINS STKIP SoE. Setelah digabungkan antara perangkat keras dan perangkat lunak maka dilakukan pengujian dengan mengoperasikan perangkat eksperimen berbasis *arduino* ini dengan cara mencoba tombol apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Perangkat keras dikatakan berfungsi dengan baik apabila terjadi kesatuan antara perangkat keras dengan perangkat lunak dimana ketika tombol ditekan maka motor DC akan berputar sesuai dengan *input* yang diberikan lalu LCD akan menampilkan persentase nilai dan kecepatan dari *Pulse Width Modulation* (PWM). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik, baik itu dari *input*, proses, dan *output*. Salah satu pengujiannya ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengujian Alat Eksperimen

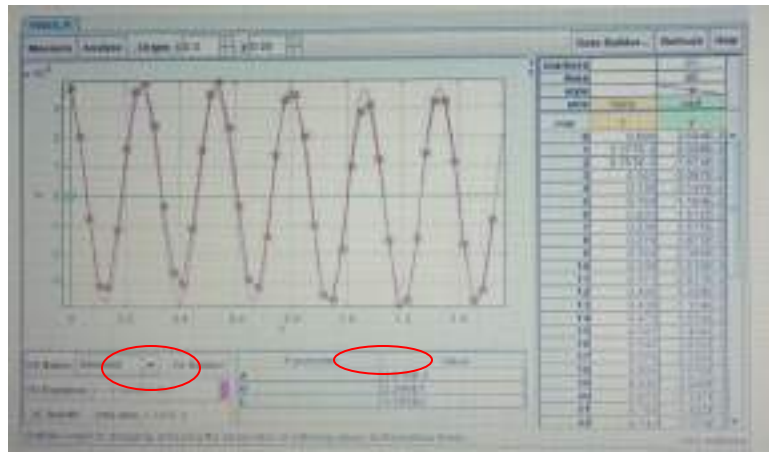
- **Analisis Hasil Eksperimen**

Analisis video dilakukan dengan cara memasukkan video rekaman ke dalam aplikasi *tracker*, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Putaran Fluida Hasil Analisis Aplikasi *Tracker*

Seperti ditunjukkan pada Gambar 9 secara umum video yang diterima lalu dianalisis dengan *tracker*. Cara menganalisis: *upload/import* video di *tracker*, *set frame*, kalibrasi stick, setting sumbu *x* dan sumbu *y*, menentukan point massa dari benda yang akan dianalisis dan analisis gerak benda dengan perintah *autotrack* untuk mendapatkan grafik. Putaran Fluida yang telah di-*track* tersebut akan divisualisasikan dalam bentuk grafik posisi terhadap waktu seperti pada Gambar 9 pojok kanan atas.

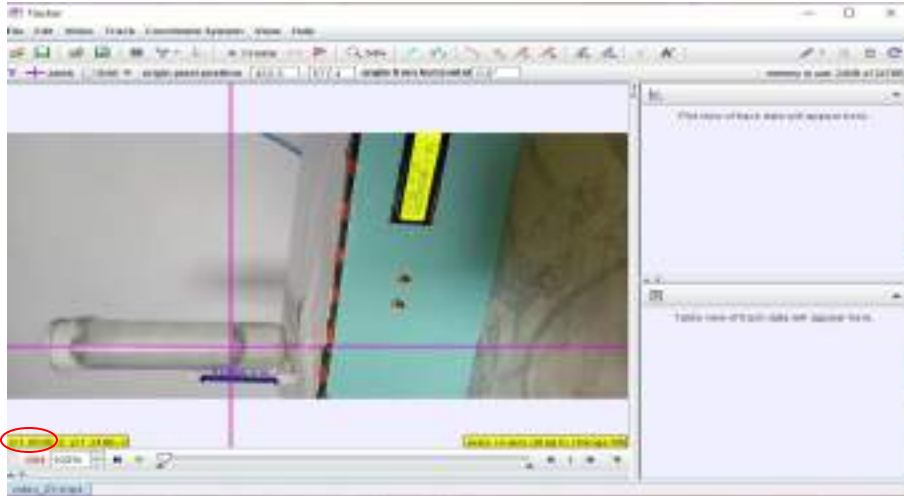


Gambar 10. Grafik Putaran Fluida Dan Persamaan Putaran Fluida

Setelah Mencapai Kecepatan Terminal.

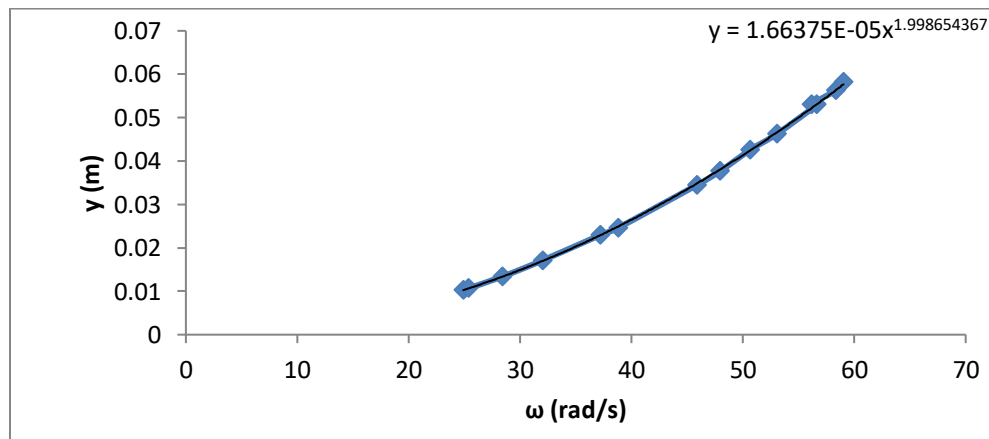
Grafik tersebut dianalisis dengan memanfaatkan fitur *curva fit* pada *tracker*. Persamaan *curva fit* yang dipilih adalah *sinusoid* yaitu  $y = A * \sin(B * t + C)$ . Dengan:  $A = \text{Amplitude (m)}$ ;  $B = \text{Kecepatan Sudut (rad/s)}$ ;  $C = \text{Fase Awal (rad)}$ ;  $t = \text{Waktu (s)}$

Dari hasil *curva fit* akan diperoleh kecepatan sudut fluida ( $\omega$ ) yang ditunjukkan oleh nilai  $B$  pada *tracker*. Tinggi permukaan fluida yang diputar diukur dengan aplikasi *tracker* ditunjukkan pada Gambar 11. Koordinat kartesius diletakkan sedemikian rupa sehingga sumbu *y* rapat dengan permukaan fluida sedangkan sumbu *x* melalui titik minimum permukaan fluida yang berbentuk parabola tersebut. Hasil bacaan diperoleh dengan mengarahkan kursor pada titik minimum permukaan parabola, kemudian diperoleh posisi kursor pada sumbu *x* sebagai tinggi fluida.



Gambar 11. Tinggi Permukaan Fluida Yang Diukur Dengan Aplikasi *Tracker*

Berdasarkan hasil analisis data, maka diperoleh grafik hubungan ketinggian putaran fluida ( $y$ ) dan kecepatan sudut ( $\omega$ ) yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hubungan Ketinggian Putaran Fluida ( $y$ ) Dan Kecepatan Sudut ( $\omega$ )

Berdasarkan grafik hubungan ketinggian putaran fluida ( $y$ ) dan kecepatan sudut ( $\omega$ ), diperoleh persamaan hubungan antara  $y$  dan  $\omega$  adalah:

$$y = 1.66375 \times 10^{-5} \omega^{1.998654367} \dots\dots\dots (6)$$

Terlihat bahwa hubungan tinggi fluida sebanding dengan kuadrat  $\omega$ , jika dianalogikan persamaan 5 dengan persamaan 6 maka diperoleh  $\frac{r^2}{2g} = 1.66375 \times 10^{-5}$ , sehingga hasil

analisis grafik hubungan  $y$  dan  $\omega$  diperoleh nilai  $g = 9,737 \text{ m/s}^2$ . Nilai percepatan gravitasi  $9,737 \text{ m/s}^2$  mendekati nilai percepatan gravitasi secara teori yaitu  $9,8 \text{ m/s}^2$  yang menunjukkan bahwa alat eksperimen yang dirancang baik dan bisa digunakan dalam pembelajaran fisika dilihat dari hasil analisis menggunakan alat eksperimen mendekati nilai percepatan gravitasi secara teori. Dari hasil percobaan tersebut juga dapat dihitung nilai  $g$  dengan persamaan 5. Hasil perhitungan untuk setiap percobaan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Percepatan Gravitasi ( $g$ )

$y$ (m)	$\omega$ (rad/s)	$g$ (m/s <sup>2</sup> )
0.01029	24.90	9.761
0.01071	25.40	9.758
0.01341	28.44	9.771
0.01712	32.03	9.707
0.02297	37.22	9.770
0.02466	38.83	9.905
0.03453	45.91	9.888
0.03765	47.94	9.888
0.04259	50.67	9.765
0.04626	53.06	9.859
0.05299	56.64	9.807
0.05306	56.16	9.629
0.05629	58.33	9.791
0.05819	59.04	9.704
Rata-rata		9.786

Hasil perhitungan percepatan gravitasi ( $g$ ) pada Tabel 1, jika dirata-ratakan maka di peroleh hasil 9.786 yang berarti cara kerja dari alat eksperimen yang dirancang baik, karena mendekati nilai percepatan gravitasi secara teori.

## KESIMPULAN

Telah dikembangkan alat eksperimen fisika berbasis arduino untuk mengamati hubungan kecepatan sudut dan tinggi permukaan fluida dengan menggunakan empat bagian utama, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), perancangan sistem mekanik, dan pengujian kinerja alat eksperimen. Hasil analisis menggunakan *software tracker* diperoleh persamaan hubungan antara  $y$  (tinggi fluida) dan  $\omega$  (kecepatan sudut fluida) adalah:  $y = 1.66375 \times 10^{-5} \omega^{1.9986543}$ , yang menunjukkan bahwa tinggi fluida sebanding dengan kuadrat kecepatan sudut fluida. Dari hasil eksperimen, dapat dihitung nilai percepatan gravitasi yaitu sebesar  $9,737 \text{ m/s}^2$  mendekati nilai percepatan gravitasi secara teori yaitu  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Dari data-data tersebut alat eksperimen yang dikembangkan baik dan dapat digunakan dalam pembelajaran fisika, pada materi fluida. Hal ini sesuai dengan teori sebagaimana ditunjukkan oleh persamaan (5).



## **SARAN**

Saran dalam penelitian ini adalah alat eksperimen yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat praktikum untuk materi fluida dan alat eksperimen ini juga dapat digunakan untuk mengukur kecepatan putar dengan menggunakan fluida yang berbeda. Kecepatan sudut juga dapat diukur langsung menggunakan sensor *optocoupler*. Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat maka kedudukan dari wadah harus diperhatikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anisofira, A., et al. (2017). *Newton's Cradle Experiment Using Video Tracking Analysis with Multiple Representation Approach. International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE), IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 895
- Asrizal, Yohandri, Dan Zuhendri K. 2018. Studi Hasil Pelatihan Analisis Video dan Tool Pemodelan Tracker pada Guru MGMP Fisika Kabupaten Agam. *Jurnal Eksakta Pendidikan*. Vol. 2.No.1. Hal 41- 48. ISSN 2614-1221
- Boimau, I, and Mellu, R. N. K. (2019). Investigation to Inertial Constant of Rotating Object on a Slope Based on Arduino. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 4 (2): 492-496
- Eddy, Y. 2016. *Using Tracker to Engage Students' Learning and Research in Physics. Pertanika Journal Science and Technology*, 24 (2), 483-491
- Firdaus, T., Setiawan, W., and Hamidah, I. (2017). *The Kinematic Learning Model Using Video and Interfaces Analysis. International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE), IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 895,012108
- Gregario, Jay B. (2015). Using Video Analysis, Microcomputer-Based Laboratories (MB L's) and Educational Simulations as Pedagogical Tools in Revolutionizing Inquiry Science Teaching and Learning. *K 12 STEM Education*, Vol. 1, No. 1, pp.43-64
- Halliday, Resnick, dan Walker. 2010. *Dasar-Dasar Fisika Jilid 1*: 569. Bandung Karisma: Binarupa Aksara
- Haryanto, T. 2016. *Output Analog Pada Arduino Menggunakan PWM (Pulse Width Modulation)*. Diunduh di [www.codepolitian.com/analog-output-arduino-menggunakan-pwm-pulse-width-modulation](http://www.codepolitian.com/analog-output-arduino-menggunakan-pwm-pulse-width-modulation) tanggal 5 Agustus 2020
- Hockicko, P. 2014. *Video Analysis of Motions. Department of Physics Faculty of Electrical Engineering University of Zilina, Slovakia*
- Prabowo, Y. D dan Indratno, T. K. 2017. Pengembangan Aparatus Fisika Kinematika Gerak Menggunakan Arduino Uno. Hal 254-258. ISSN: 2477-0477. [yogadprabowo@gmail.com](mailto:yogadprabowo@gmail.com). (diakses 11 Maret 2019)
- Priandono, E. F., Astutik, S., Wahyuni, S. 2012. Pengembangan media audio-visual berbasis kontekstual dalam pembelajaran fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol 1.No.3 : 247
- Shoum, R. L., Astutik, S dan Handayani, R. D. 2014. Metode Eksperimen Dengan Teknik 'Master' Pada Pembelajaran Fisika di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. ISSN: 2301-9794. [risalatullutfiyah@gmail.com](mailto:risalatullutfiyah@gmail.com) (diakses 18 Agustus 2020)

- Suniati, Sadia, dan Suhandana. 2013. Pengaruh Implementasi Pembelajaran Kontekstual Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Penurunan Miskonsepsi (Studi Kuasi Dalam Pembelajaran Cahaya Dan Alat Optik Di SMP Negeri 2 Amlapura). *e-Journal*. Vol 4, [sari.suniati@pasca.undiksha.ac.id](mailto:sari.suniati@pasca.undiksha.ac.id) (diakses 8 Juli 2019)
- Wantoro, K., Sudjito, D. N., Dan Rondonuwu, F. S. 2016. Pemanfaatan Kamera Smartphone Dan Eyetracking Analysis Pada Percobaan Kinematika Di Atas Landasan Udara Dua Dimensi. *Unnes Science Education Journal*. Vol 5 (2): 1191-1197. ISSN 2502-6232
- Wee, L.K., dan Lee, T.L. (2011). *Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education: A workshop for Redesigning Pedagogy*. Workshop at the 4th Redesigning Pedagogy International Conference June 2011, Singapore

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Percepatan Gravitasi

$$g = \frac{r^2}{2y}$$

$$g = \frac{0,018^2}{2 \cdot 1.66375 \times 10^{-5}}$$

$$g = \frac{0,018^2}{3,3275 \times 10^{-5}}$$

$$g = \frac{324 \times 10^{-4}}{3,3275 \times 10^{-5}}$$

$$g = 9,737 \text{ m/s}^2$$

Lampiran 2. Dokumentasi



Gambar 1. Merancang perangkat keras



Gambar 2. Pemasangan Wadah



Gambar 3. Mengisi Wadah Dengan Fluida



Gambar 4. Pengujian Alat

