

# Analisis Bentuk dan Ukuran *Agitator* Model Turbin untuk Perancangan *Rotary Viscometer* Menggunakan Motor DC dan *Rotary Encoder*

AHYADI<sup>1</sup>, RATNA SUSANA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email : ahyadi.046@gmail.com

*Received* DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

## ABSTRAK

*Analisis bentuk dan ukuran perlu dilakukan terhadap agitator untuk mengetahui karakteristiknya sebelum digunakan pada perancangan rotary viscometer. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons kecepatan agitator terhadap perubahan viskositas yang didasarkan pada perubahan suhu fluida. Pada penelitian ini digunakan fluida oli SAE 20W-50 dan agitator model turbin yang diputar menggunakan motor DC AMETEK PITTMAN 8324S007 dengan kontroler Arduino Uno. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara memutar agitator di dalam oli bersuhu 110 °C menggunakan motor DC, kemudian oli didinginkan dan agitator diukur kecepatannya setiap perubahan suhu sebesar 1 °C sampai oli bersuhu 10 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik kecepatan agitator 20x10 mm terhadap perubahan suhu oli bersifat logaritmik yang memiliki persamaan  $y = 55,125\ln(x) - 6,9378$  dengan koefisien determinasi bernilai 0,9836, kemudian karakteristik kecepatan agitator 10x10 mm terhadap perubahan suhu oli bersifat linier yang memiliki persamaan  $y = 1,1572(x) + 233,47$  dengan koefisien determinasi bernilai 0,9808.*

**Kata kunci:** *agitator, Arduino Uno, motor DC, rotary encoder, viskositas*

## ABSTRACT

*Analysis of the shape and size needs to be carried out on the agitator to determine its characteristics before being used in the design of a rotary viscometer. Therefore, this study aims to analyze the response of the agitator velocity to changes in viscosity based on changes in fluid temperature. In this study, SAE 20W-50 oil fluid and a turbine model agitator were used which were rotated using an AMETEK PITTMAN 8324S007 DC motor with an Arduino Uno controller. The data retrieval process is carried out by rotating the agitator in the oil at 110 °C using a DC motor, then the oil is cooled and the agitator speed is measured every 1 °C temperature change until the oil temperature is 10 °C. The results showed that the agitator speed characteristics of 20x10 mm to changes in oil temperature are logarithmic which has  $y = 55.125\ln(x) - 6.9378$  with a coefficient of determination 0.9836, then the characteristics of agitator speed of 10x10 mm to changes in oil temperature are linear which has equation  $y = 1.1572(x) + 233.47$  with a coefficient of determination 0.9808.*

**Keywords:** *agitator, Arduino Uno, motor DC, rotary encoder, viscosity*

## 1. PENDAHULUAN

Viskositas merupakan gesekan internal yang terjadi pada fluida dengan besaran tertentu (**Giancoli & Douglas, 2001**), suatu jenis fluida yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya fluida yang sulit mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang tinggi. Pada penelitian ini sampel fluida yang digunakan untuk proses pengujian *agitator* yaitu berupa fluida oli, hal ini karena oli memiliki nilai viskositas yang peka terhadap adanya perubahan suhu. Begitu juga pada penelitian yang dilakukan oleh Juhantoro dan timnya yang menyebutkan perubahan suhu dapat mempengaruhi nilai viskositas (**Juhantoro, I Made, & Semin, 2012**). Nilai viskositas pada oli semakin rendah seiring kenaikan suhu oli, sebaliknya nilai viskositas pada oli semakin tinggi seiring menurunnya suhu oli (**Maulida & Erika, 2010**). Karakteristik viskositas yang terdapat dalam oli tersebut dapat digunakan untuk menganalisis bentuk dan ukuran *agitator* untuk perancangan *rotary viscometer*.

Viskositas menjadi salah satu indikator untuk menentukan kualitas suatu fluida, untuk mendapatkan nilai viskositas sesuai dengan yang diinginkan atau dibutuhkan maka sampel akan ditambahkan zat kontaminan lain (**Kartika, 2010**), umumnya proses penambahan zat kontaminan dilakukan sebelum dilakukannya pengukuran, untuk memudahkan hal tersebut maka digunakan *agitator* dengan model turbin. *Agitator* model turbin sering disebut juga dengan *agitator* serba guna, yang dapat digunakan untuk keperluan untuk berbagai jenis keperluan, dengan penggunaan dalam rentang sangat luas dibawah 100.000 cP (**Supardi, 2012**). Sehingga pengukuran viskositas bisa tetap berlangsung ketika proses pencampuran (*mixing*) zat kontaminan dilakukan.

Namun sebelum dilakukannya implemementasi *rotary viscometer* menggunakan *agitator* model turbin, maka pada penelitian ini *agitator* yang akan digunakan dianalisis terlebih dahulu respons kecepatan putaran *agitator* terhadap perubahan nilai viskositas yang didasarkan pada perubahan suhu fluida oli. Pada penelitian ini yang menjadi rumusan masalah adalah bagaimanakah pengaruh dari bentuk dan ukuran *agitator* model turbin terhadap kecepatan putaran motor DC di dalam fluida oli dan juga bagaimanakah pengaruh perubahan nilai viskositas fluida oli terhadap kecepatan putaran motor DC. Terdapat dua buah ukuran *agitator* model turbin yang akan dianalisis pada penelitian ini. Kemudian akan dilihat bagaimana karakteristiknya terhadap adanya perubahan nilai viskositas yang didasarkan pada perubahan suhu oli, *agitator* pertama dibuat dengan ukuran bilah 20x10 mm, kemudian *agitator* kedua dibuat dengan ukuran bilah 10x10 mm.

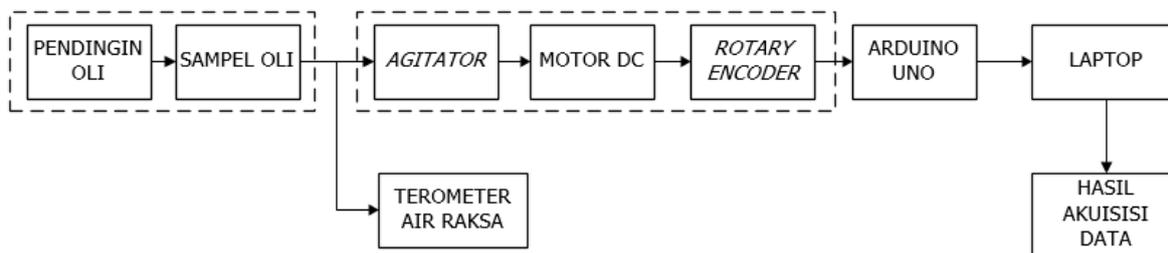
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Deskripsi Sistem

Dalam menganalisis bentuk dan ukuran *agitator* model turbin, *agitator* diputar menggunakan motor DC AMETEK PITTMAN 8324S007 yang sudah dilengkapi dengan sensor kecepatan berupa *rotary encoder*. Sistem ini dibuat menggunakan kontroler berbasis Arduino Uno yang berfungsi untuk mengolah data kecepatan motor DC dan ditampilkan pada *serial monitor* Arduino IDE. Sampel yang digunakan pada penelitian ini berupa fluida oli sebanyak 250 ml yang disimpan dalam *beaker glass* berkapasitas 250 ml. Oli yang sudah dipanaskan sampai suhu 110 °C akan didinginkan menggunakan bantuan air dan es sampai suhu oli mencapai 10 °C. Pada saat proses pendinginan berlangsung *agitator* dimasukkan ke dalam sampel uji sampai pada titik pengukuran, kemudian motor DC dinyalakan dan diukur kecepatannya menggunakan *rotary encoder* setiap perubahan suhu oli sebesar 1 °C. Data kecepatan motor DC yang telah diolah menggunakan kontroler berbasis Arduino Uno dikirimkan ke perangkat

Analisis Bentuk dan Ukuran *Agitator* Model Turbin untuk Perancangan *Rotary Viscometer* Menggunakan Motor DC dan *Rotary Encoder*

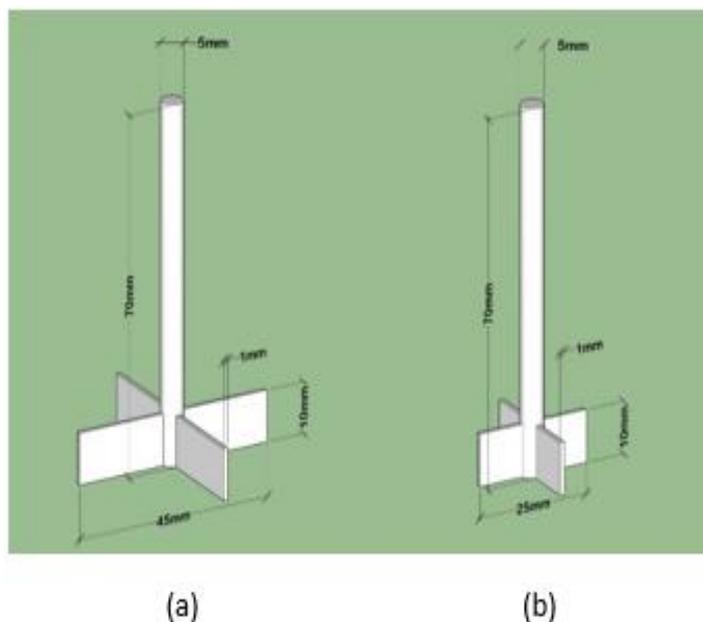
laptop dan ditampilkan pada *serial monitor* Arduino IDE untuk proses akuisisi data. Sistem memiliki blok diagram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Blok Diagram Sistem**

## 2.2. Perancangan Sistem

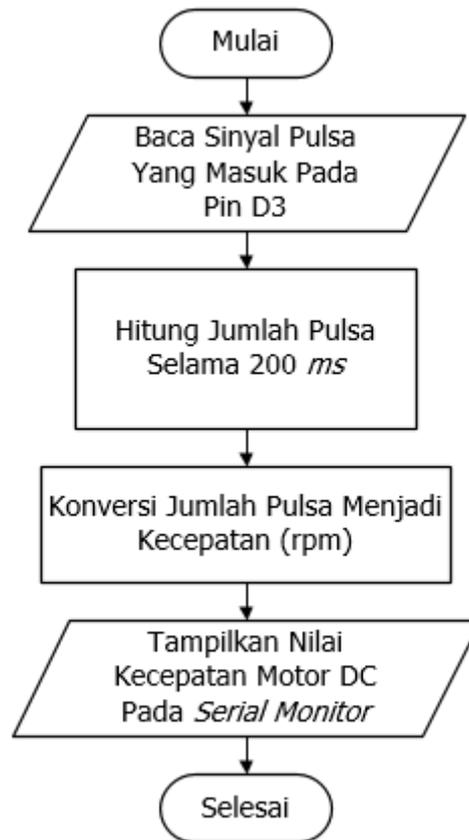
Pada penelitian ini *agitator* yang digunakan adalah model turbin yang terbuat dari material logam untuk mencegah terjadi kerusakan pada saat melakukan pengujian di suhu tinggi, untuk desain *agitator* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Desain *Agitator* Model Turbin (a) Ukuran Bilah 20x10 mm, (b) Ukuran Bilah 10x10 mm**

Ukuran diameter *agitator* model turbin umumnya berkisar 20%-60% dari diameter tabung atau tangki yang digunakan (Supardi, 2012). *Beaker glass* dengan kapasitas 250 ml memiliki ukuran diameter berkisar 70-75 mm, oleh karena itu *agitator* yang pertama (Gambar 2(a)) memiliki ukuran bilah 20x10 mm, dengan total diameter sebesar 45 mm, tinggi 10 mm dan tebal 1 mm. Kemudian untuk *agitator* yang kedua (Gambar 2(b)) memiliki ukuran bilah setengah kali lebih kecil dari *agitator* yang pertama yaitu berukuran bilah 10x10 mm, dengan total diameter sebesar 25 mm, tinggi 10 mm dan tebal 1 mm. Keduanya memiliki panjang silinder yang sama yakni sebesar 70 mm dengan diameter 5 mm.

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino IDE, dan Microsoft Excel. Arduino IDE digunakan untuk memprogram *board* Arduino Uno dengan bahasa C, dan juga untuk menampilkan hasil pengukuran kecepatan motor DC pada *serial monitor*. Program yang dibuat memiliki diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Sedangkan perangkat lunak Microsoft Excel digunakan untuk mencatat dan mengolah data hasil pengujian *agitator* untuk dianalisis.



**Gambar 3. Diagram Alir Program Pengukuran Kecepatan Motor DC**

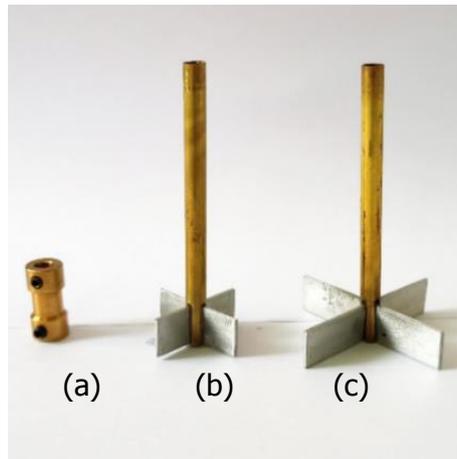
Keluaran dari *rotary encoder* dihubungkan ke pin D3 pada *board* Arduino Uno, sinyal keluaran berupa sinyal persegi yang periodik, besar frekuensi sinyal tersebut merepresentasikan dari kecepatan motor DC, proses *sampling* sinyal oleh Arduino Uno dilakukan selama 200 *ms* yang kemudian dikonversi menjadi nilai kecepatan motor DC menggunakan rumus yang dapat dinyatakan dengan Persamaan (1).

$$\text{kecepatan motor DC (rpm)} = \frac{\text{jumlah pulsa sampling} \times 60 \text{ (detik satu menit)}}{500 \text{ (resolusi encoder)} \times 0,2 \text{ (durasi sampling)}} \quad (1)$$

Motor DC AMETEK PITTMAN 8324S007 merupakan motor DC yang sudah dilengkapi dengan sensor kecepatan menggunakan *rotary encoder* dengan resolusi 500 ppr (*pulse per revolution*). Data kecepatan motor DC yang ditampilkan pada *serial monitor* merupakan hasil rata-rata dari sepuluh pengambilan data. Kemudian data kecepatan motor DC tersebut dicatat pada Microsoft Excel setiap terjadi perubahan suhu sebesar 1 °C dari mulai suhu oli 110 °C sampai suhu oli mencapai 10 °C.

### 2.3. Implementasi Sistem

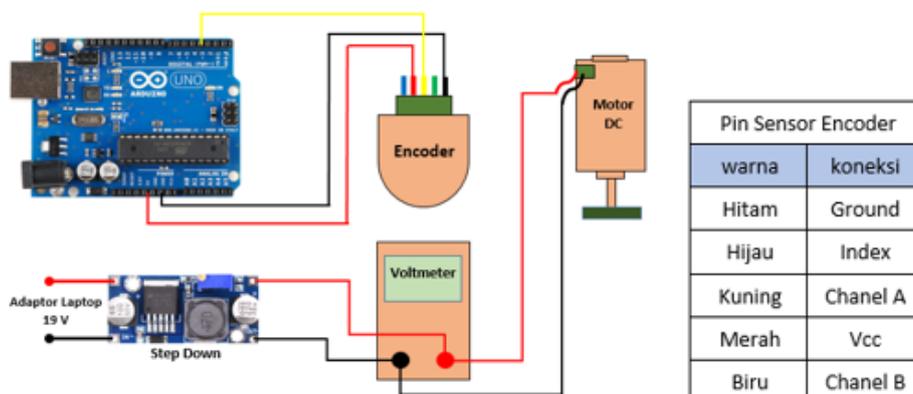
Pengimplemenasian *agitator* dilakukan dengan menggunakan dua jenis material logam yang berbeda, hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam pengimplementasian namun dalam penggunaannya masih mampu untuk digunakan pada suhu 110 °C. Untuk bagian bilah bahan material yang digunakan terbuat dari plat aluminium dengan tebal 1 mm kemudian untuk bahan material silindernya terbuat dari tembaga dengan diameter 5 mm. Implementasi dari perancangan *agitator* model turbin ditunjukkan seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4. (a) *Coupling* (4 mm x 5 mm), (b) *Agitator* Model Turbin 10x10 mm, (c) *Agitator* Model Turbin 20x10 mm**

Untuk menghubungkan *agitator* dengan poros rotor motor DC digunakan *coupling* (4 mm x 5 mm) karena poros rotor motor DC memiliki diameter sebesar 4 mm, sedangkan poros silinder *agitator* memiliki diameter 5 mm.

Skematik rangkaian untuk melakukan pengambilan data terlihat pada Gambar 5, di mana keluaran sensor *rotary encoder* dari motor DC terhubung langsung dengan *board* Arduino Uno. Pada pengujian kali ini hanya digunakan satu buah *channel* sensor *rotary encoder* yaitu *channel-A* yang dihubungkan ke Pin D3 pada *board* Arduino Uno, kemudian untuk sumber tegangan sensor *rotary encoder* berasal dari *board* Arduino Uno dengan tegangan sebesar +5V, sedangkan sumber tegangan motor DC berasal dari modul *step down* dengan tegangan sebesar 1,25 Volt .



**Gambar 5. Skematik Rangkaian Pengujian *Agitator***

## 2.4. Metode Pengujian

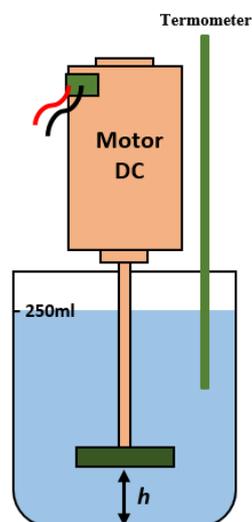
Fluida yang digunakan untuk menganalisis bentuk dan ukuran *agitator* pada penelitian ini berupa fluida oli dengan jenis SUPER MOTOROIL dengan *grade* SAE 20W-50 dari merek Agip sebanyak 250 ml. Oli Agip SUPER MOTOROIL SAE 20W-50 memiliki nilai viskositas pada suhu 100 °C sebesar 17,7 cst atau mm<sup>2</sup>/s dan pada suhu 40 °C sebesar 156 cst atau mm<sup>2</sup>/s, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

### CHARACTERISTICS (TYPICAL FIGURES) AGIP SUPER SL MOTOR OIL

Characteristics	ASTM	Unit	SAE GRADE
			20W-50
Viscosity at 100°C	D 445	mm <sup>2</sup> /s	17.7
Viscosity at 40°C	D 445	mm <sup>2</sup> /s	156

**Gambar 6. Datasheet Viskositas Oli Agip SUPER MOTOROIL SAE 20W-50**

Oli memiliki sifat peka terhadap perubahan suhu yang mengakibatkan nilai viskositas oli berubah, nilai viskositas oli akan semakin kecil ketika suhu oli semakin naik dan sebaliknya nilai viskositas oli akan semakin besar ketika suhu oli semakin rendah (**Arsis, Dahyunir, Harmadi., & dkk, 2017**). Perubahan nilai viskositas oli ini akan memberikan pengaruh terhadap kecepatan motor DC saat motor DC yang sudah dilengkapi dengan *agitator* diputar di dalam fluida (**Febrianto, Sukiswo, & Sunirno, 2013**). Kemudian untuk posisi pengujian *agitator* ditunjukkan pada Gambar 7.

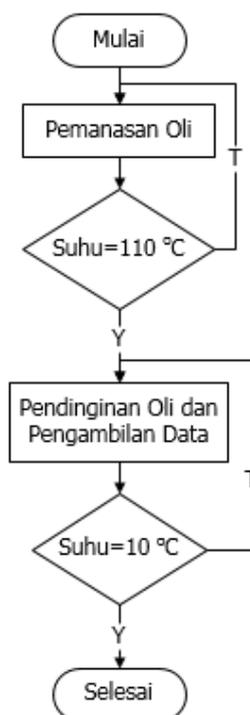


**Gambar 7. Posisi Motor DC Saat Proses Pengujian *Agitator***

Pada Gambar 7, terdapat jarak ( $h$ ) antara ujung *agitator* dengan dasar *beaker glass* sebesar 10 mm, jarak tersebut bertujuan agar *agitator* tetap berada pada kondisi terendam oleh fluida jika terjadi pusaran air pada saat motor DC memiliki kecepatan yang cukup tinggi. Kemudian terdapat termometer air raksa dengan tingkat ketelitian sebesar 1 °C yang berfungsi untuk mengukur suhu fluida oli ketika proses pengukuran berlangsung.

Analisis Bentuk dan Ukuran *Agitator* Model Turbin untuk Perancangan *Rotary Viscometer*  
Menggunakan Motor DC dan *Rotary Encoder*

Proses pengambilan data untuk dapat melihat karakteristik dari kecepatan motor DC terhadap perubahan suhu fluida dengan menggunakan *agitator* model turbin memiliki beberapa tahapan-tahapan pengerjaan seperti terlihat pada Gambar 8.



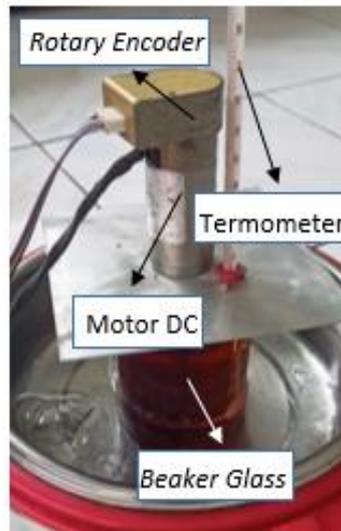
**Gambar 8. Diagram Alir Pengambilan Data**

Tahapan pertama yaitu melakukan pemanasan oli seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, oli yang sudah dituangkan ke dalam *beaker glass* sebanyak 250 ml dipanaskan sampai suhu oli mencapai 110 °C. Pemanasan oli menggunakan kompor *portable* yang telah dilapisi plat aluminium dengan tebal 2 mm di bagian tungkunya. Penggunaan lapisan aluminium ini bertujuan agar api dari kompor tidak membakar *beaker glass* secara langsung, sehingga menjaga ketahanan dan keawetan dari *beaker glass* yang digunakan saat proses pengambilan data.



**Gambar 9. Proses Pemanasan Oli Menggunakan Kompor *Portable***

Jika suhu oli sudah mencapai 110 °C maka proses pemanasan oli selesai, dan *beaker glass* dipindahkan ke wadah mangkuk besar untuk melakukan proses pendinginan dan pengambilan data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



**Gambar 10. Proses Pendinginan Oli dan Pengambilan Data**

Tahap yang kedua yaitu proses pendinginan oli seperti pada Gambar 10, pada proses ini berlangsung juga proses pengambilan data, pendinginan oli dilakukan di sebuah wadah mangkuk besar yang berfungsi untuk menampung air dan es batu pada saat proses pendinginan oli. Pengambilan data dilakukan dengan cara mencelupkan *agitator* ke dalam oli yang sudah dipanaskan. Setelah *agitator* berada pada posisi pengukuran maka motor DC dinyalakan dengan diberi sumber tegangan sebesar 1,25 V. Kemudian kecepatan putaran motor DC diukur menggunakan sensor *rotary encoder*, yang sudah terkoneksi dengan *Board Arduino Uno* dan nilai yang didapatkan akan ditampilkan pada *serial monitor Arduino IDE*. Kecepatan motor DC dicatat setiap terjadi perubahan suhu sebesar 1 °C, pengambilan data berlangsung dari suhu 110 °C sampai 10 °C dengan catatan tegangan yang diberikan kepada motor DC harus tetap stabil ditegangan 1,25 V. Pendinginan suhu oli dilakukan dengan cara menambahkan air secara perlahan ke wadah mangkuk yang sudah tersimpan *beaker glass* berisikan oli panas, kemudian ketika suhu oli sudah berada  $\pm 40$  °C pendinginan suhu oli dibantu dengan cara menambahkan es batu pada mangkuk besar supaya suhu cepat turun hingga mencapai suhu 10 °C. Jika proses pengambilan data dilakukan mulai dari suhu rendah menuju suhu tinggi yaitu pada saat berlangsungnya pemanasan oli, akan menyebabkan data yang didapatkan tidak akurat. Hal ini disebabkan oleh adanya pergerakan molekul-molekul oli ketika dipanaskan menggunakan kompor *portable*, yang mempengaruhi putaran *agitator* di dalam fluida.

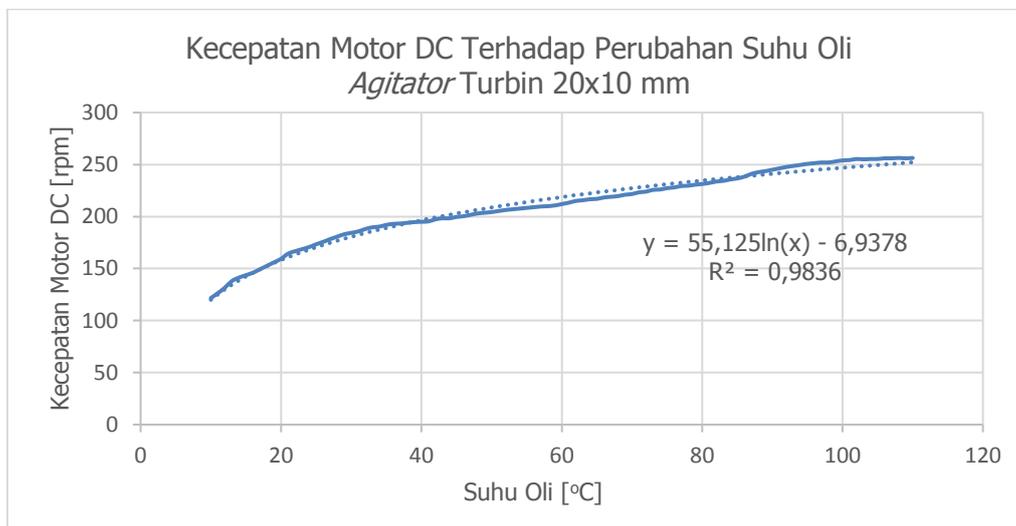
### 3. HASIL DAN ANALISIS

#### 3.1. Data Hasil Pengujian

Proses pengambilan data kecepatan motor DC terhadap perubahan suhu fluida dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, kemudian jumlah data yang diambil dalam satu kali percobaan berjumlah 101 buah yakni dimulai dari suhu 110 °C sampai 10 °C. Hal ini bertujuan agar mendapatkan data karakteristik respons kecepatan motor DC terhadap perubahan viskositas yang didasarkan pada perubahan suhu fluida lebih akurat dan *reliable*. Data hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk grafik kecepatan motor DC terhadap

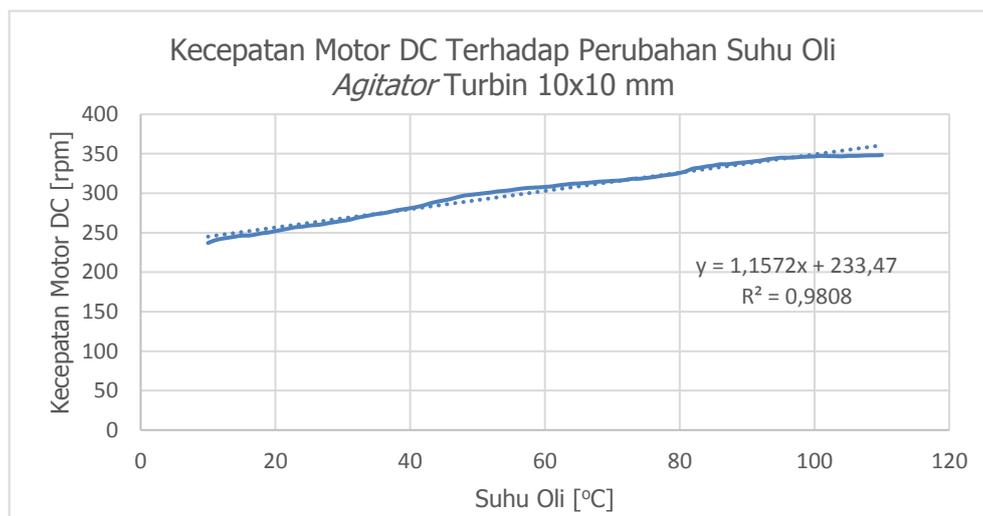
Analisis Bentuk dan Ukuran *Agitator* Model Turbin untuk Perancangan *Rotary Viscometer*  
Menggunakan Motor DC dan *Rotary Encoder*

perubahan suhu fluida mulai dari suhu 10 °C sampai 110 °C, data kecepatan motor DC yang ditampilkan merupakan nilai hasil rata-rata dari tiga kali pengulangan. Data hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik bertujuan untuk memudahkan dalam melihat karakteristik kecepatan motor DC terhadap perubahan suhu fluida, yang dibantu dengan persamaan garis dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang didapatkan. Pengujian pertama dilakukan terhadap *agitator* 20x10 mm dengan hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11. Grafik Rata-Rata Respons Kecepatan Motor DC Terhadap Perubahan Suhu Oli dengan *Agitator* Turbin 20x10 mm**

Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 11, *agitator* model turbin dengan ukuran bilah 20x10 mm memiliki karakteristik respons kecepatan motor DC terhadap perubahan suhu oli berbentuk logaritmik dengan persamaan  $y = 55,125\ln(x) - 6,9378$ , dan memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9836. Pengujian kedua dilakukan terhadap *agitator* 10x10 mm dengan hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 12.



**Gambar 12. Grafik Rata-Rata Respons Kecepatan Motor DC Terhadap Perubahan Suhu Oli dengan *Agitator* Turbin 10x10 mm**

Untuk *agitator* model turbin dengan ukuran bilah 10x10 mm memiliki karakteristik respons kecepatan motor DC terhadap perubahan suhu oli berbentuk linier dengan persamaan  $y = 1,1572x + 233,47$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) mencapai 0,9808.

### 3.2. Analisis Data

Berdasarkan data hasil pengujian *agitator* model turbin dengan ukuran bilah 20x10 mm dan 10x10 mm, perbedaan ukuran pada bilah *agitator* memberikan pengaruh terhadap kecepatan motor DC yang didapat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1 . Kecepatan Motor DC Pada Saat Suhu oli 110 °C dan 10 °C**

Ukuran <i>Agitator</i>	Percobaan	Kecepatan motor DC pada suhu oli 110 °C [rpm]	Kecepatan motor DC pada suhu oli 10 °C [rpm]	Selisih Kecepatan [rpm]
20x10 mm	1	261	123	138
	2	254	121	133
	3	254	121	133
	Rata-rata	256,333	121,667	134,667
10x10 mm	1	346	237	109
	2	349	238	111
	3	350	236	114
	Rata-rata	348,333	237,000	111,333

Dengan menggunakan tegangan motor DC dan sampel oli yang sama, perbedaan ukuran bilah memberikan pengaruh terhadap perbedaan nilai kecepatan motor DC yang didapat. *Agitator* 20x10 mm bekerja pada rentang kecepatan 256,333 rpm sampai 121,667 rpm, lebih rendah dibandingkan dengan rentang kecepatan motor DC pada *agitator* 10x10 mm yang bekerja pada rentang kecepatan 348,33 rpm sampai 237 rpm. Namun selisih (*span*) kecepatan yang didapatkan *agitator* 20x10 mm yaitu sebesar 134,667 rpm lebih besar dibandingkan dengan *agitator* 10x10 mm yang hanya sebesar 111,333 rpm. Hal ini disebabkan karena *agitator* 20x10 mm mendapatkan hambatan atau gesekan internal yang lebih besar dibandingkan dengan *agitator* 10x10 mm, hal ini menyebabkan *agitator* 20x10 mm lebih peka terhadap adanya perubahan viskositas yang didasarkan pada perubahan suhu oli.

Terdapat juga perbedaan karakteristik kecepatan motor DC terhadap perubahan suhu fluida di antara kedua ukuran tersebut. Pada *agitator* 20x10mm terjadi perubahan kecepatan motor DC yang signifikan di antara suhu oli 40 °C – 10 °C, hal ini yang menyebabkan karakteristik dari *agitator* 20x10 mm berbentuk logaritmik dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) bernilai 0,9836. Sedangkan pada *agitator* 10x10 mm tidak terjadi perubahan kecepatan yang begitu signifikan pada setiap perubahan suhu, sehingga karakteristik dari *agitator* berbentuk linier dengan koefisien determinasi bernilai 0,9808. Nilai rata-rata koefisien determinasi sebesar 0,9836 dan 0,9808 dapat menjelaskan bahwa perubahan kecepatan motor DC dengan *agitator* model turbin memiliki hubungan yang sangat kuat dengan perubahan suhu fluida (**Boediono & Wayan, 2008**).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Arsis dan timnya yang menunjukkan bahwa nilai viskositas fluida memiliki hubungan yang kuat terhadap adanya perubahan suhu pada fluida itu sendiri, semakin tinggi suhu fluida maka nilai viskositas fluida semakin kecil atau gesekan internalnya semakin kecil, sebaliknya jika suhu fluida semakin kecil maka nilai viskositas fluida semakin naik atau bisa diartikan bahwa gesekan internalnya semakin besar (**Arsis, Dahyunir, Harmadi., & dkk, 2017**). Oleh sebab itu ketika suhu oli

semakin menurun maka kecepatan motor DC semakin menurun, hal ini disebabkan oleh pengaruh viskositas atau gesekan internal di dalam fluida yang semakin tinggi seiring penurunan suhu oli begitu juga sebaliknya ketika suhu oli semakin naik maka kecepatan motor DC semakin naik, hal ini disebabkan oleh nilai viskositas yang semakin kecil seiring kenaikan suhu oli.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa *agitator* model turbin dapat merespons adanya perubahan gesekan internal yang terjadi di dalam fluida. Respons tersebut ditunjukkan dengan adanya perubahan kecepatan motor DC saat suhu fluida berubah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan motor DC memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap perubahan suhu fluida. Hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan yang berbentuk logaritmik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9836 untuk *agitator* 20x10 mm dan dapat dinyatakan dengan persamaan yang berbentuk linier dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) mencapai 0,9808 untuk *agitator* 10x10 mm. Nilai viskositas sangat mempengaruhi kecepatan motor DC, semakin tinggi nilai viskositas maka kecepatan motor DC semakin menurun, begitu juga sebaliknya ketika nilai viskositas semakin rendah maka kecepatan motor DC semakin tinggi. Hasil pengujian *agitator* menunjukkan bahwa ukuran *agitator* 20x10 mm lebih peka terhadap perubahan nilai viskositas.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Kepada dosen pembimbing dan keluarga yang telah memberikan arahan serta dukungan moril dan doa, kepada pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk penulis dan pembaca sehingga dapat menjadi referensi yang baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arsis, A. N., Dahyunir, D., Harmadi., & dkk. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Kekentalan Oli SAE 10-30 Menggunakan Metode Falling Ball Viscometer (FBV) Small Tube. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, 9(2).
- Boediono, & Wayan, K. (2008). *Statistika dan Probabilitas*. Bandung: Rosda.
- Febrianto, T., Sukiswo, S., & Sunirno. (2013). Rancang Bangun Alat Uji kelayakan Pelumas Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler. *Unnes Physics Journal*, 2 (1).
- Giancoli, & Douglas, C. (2001). *Fisika. Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Juhantoro, N., I Made, A., & Semin, S. (2012). Penentuan Properties Bahan Bakar Batubara Cair untuk Bahan Bakar Marine Diesel Engine. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1).
- Kartika, G. F. (2010). *Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Bahan Pengental Terhadap Viskositas dan Ketahanan Busa Sediaan Shampoo*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Maulida, R. H., & Erika, R. (2010). Analisis Karakteristik Pengaruh Suhu dan Kontaminan Terhadap Viskositas Oli Menggunakan Rotary Viskometer. *Neutrino*, Vol 3, No. 1.
- Supardi. (2012). *Pengaruh Kecepatan Pengaduk Terhadap Karakteristik Mekanik Epoxy – Organoclay Montmorillonite Nanokomposit*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.