

## Pengukuran Tegangan Listrik dari Tingkat Viskositas Limbah Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Viskometer Otomatis Berbasis Arduino Uno

Ain Sahara<sup>1\*</sup>, Meita Rezki Vegetama<sup>2</sup>, Riza Hadi Saputra<sup>3</sup>, A.M Miftahul Huda<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>*Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan, Indonesia*

\*Email: ain.sahara@gmail.com

### Abstract

*Palm oil is one of the basic ingredients of food used for frying food. Usually, we find a large amount of palm oil waste. Based on this, utilize the waste into alternative energy that can be used by the community in everyday life. The method used by analyzing the relationship between the viscosity of palm oil waste and the electrical energy generated using an automatic viscometer that is designed based on Arduino Uno as a control of tool to run the programming of the tool. The analysis results obtained are based on four experiments. In the first trial with a final temperature of 39.19oC obtained a viscosity value of 9.68 Pa.s, and produced an electrical voltage of 2.62 V. The results of the fourth trial with a final temperature of 83.19oC obtained a viscosity value of 3.53 Pa .s, and produces an electrical voltage of 1.96 V for 1.5 liters of palm oil waste. Based on the results of the trial it was concluded that the lower the temperature of the palm oil waste, the higher the value of the viscosity and the resulting voltage, and the higher the temperature the lower the value of the viscosity and the resulting voltage.*

*Keywords : palm oil waste, viscosity, electric voltage*

### Abstrak

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu bahan dasar makanan yang digunakan untuk menggoreng makanan. Biasanya, kita menemukan limbah minyak sawit dalam jumlah yang cukup besar. Berdasarkan hal ini, akan memanfaatkan limbah tersebut menjadi energi alternatif yang dapat digunakan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Metode yang digunakan dengan melakukan analisa terhadap hubungan viskositas limbah minyak kelapa sawit dengan energi listrik yang dihasilkan menggunakan viskometer otomatis yang dirancang berbasis Arduino Uno sebagai alat kontrol pemrograman alat tersebut. Hasil analisa yang didapat berdasarkan dari empat kali percobaan. Pada uji coba pertama dengan suhu akhir 39,19°C didapat nilai viskositas sebesar 9,68 Pa.s, dan menghasilkan tegangan listrik sebesar 2,62 V. Hasil uji coba keempat dengan suhu akhir 83,19 °C didapat nilai viskositas sebesar 3,53 Pa.s, dan menghasilkan tegangan listrik sebesar 1,96 V untuk 1,5 liter limbah minyak kelapa sawit. Berdasarkan hasil uji coba tersebut didapat kesimpulan bahwa semakin rendah suhu pada limbah minyak kelapa sawit maka semakin tinggi nilai viskositas dan tegangan yang dihasilkan, dan semakin tinggi suhu maka semakin rendah nilai viskositas dan tegangan yang dihasilkan.

Kata kunci : limbah minyak kelapa sawit,, tegangan listrik, viskositas

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Viskositas

Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran *fluida* yang merupakan hasil gesekan antara molekul–molekul *fluida*. Suatu jenis *fluida* yang mudah mengalir, maka nilai viskositasnya rendah, dan sebaliknya

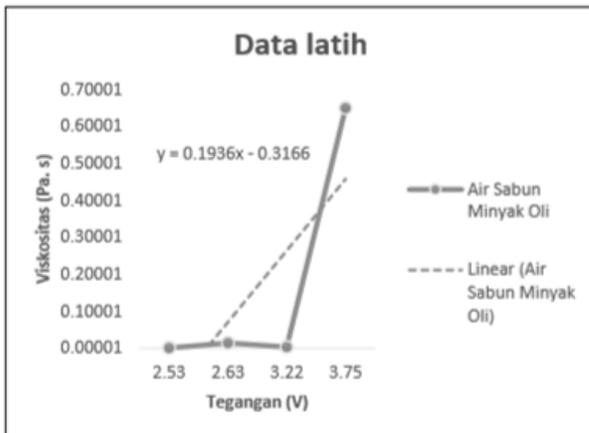
*fluida* sulit mengalir, maka nilai viskositasnya tinggi [1].

Viskositas yang didapat dari sensor *strain gauge* menggunakan pembandingan data latih dari beberapa jenis *fluida*, seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Latih

Variabel	Viskositas	Tegangan
Air	0.001 Pa.s	2.53 V
Sabun Pencuci Piring	0.014821 Pa.s	2.63 V
Minyak Kelapa Sawit	0.00398 Pa.s	3.22 V
Oli Mesin	0.65 Pa.s	3.75 V

Dari data latih pada Tabel 1, maka didapat rumus linieritas sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Linear Data Latih

Dari grafik linieritas data latih diperoleh persamaan yang menggambarkan hubungan positif atau dapat dikatakan peningkatan variabel sejalan. Persamaan yang didapat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 y &= 0.1936 x - 0.3166 \\
 y + 0.3166 &= 0.1936 x \\
 x &= \frac{y+0.3166}{0.1936} \dots\dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

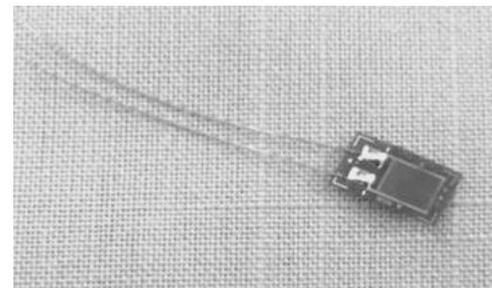
Persamaan yang telah didapat akan dijadikan tolak ukur pada data uji yang dilakukan menggunakan viskometer.

**1.2. Starain Gauge**

*Strain Gauge* adalah sensor yang memiliki resistansi yang bervariasi berubah apabila ada gaya yang ditetapkan. *Strain gauge* dapat menkonversi nilai tekanan, suhu, berat, dan lainnya menjadi perubahan hambatan listrik yang kemudian dapat diukur. Sesuai dengan namanya sensor ini biasanya disebut sensor regangan, dan pada umumnya *strain gaugeter* dibuat dari bahan kertas timah yang

dibuat dengan proses penyetakan jaringan. *Strain gauge* tipe kertas timah memiliki kawat penghubung atau terminal penyambung. [2]

*Strain gauge* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur besarnya regangan yang terjadi pada suatu objek. Pengukuran regangan dapat digunakan untuk analisa tegangan, dengan mengetahui regangan-regangan yang terjadi pada suatu objek, maka dapat dianalisis tegangan-tegangan yang terjadi [3].



Gambar 2. *Strain Gauge*  
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2020)

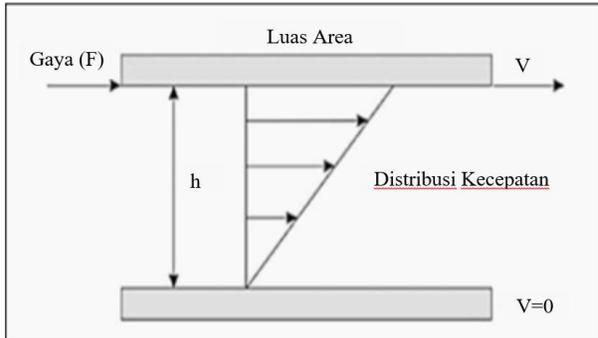
**1.2.1. Prinsip Kerja *Strain Gauge***

Prinsip kerja dari sensor *strain gauge* adalah gaya yang diberikan pada suatu benda logam (material *ferrit/* konduktif), selain menimbulkan deformasi bentuk fisik juga menimbulkan perubahan sifat resistansi elektrik benda tersebut, dengan menempelkan jenis material tersebut pada suatu benda uji (*specimen*) menggunakan suatu perekat yang isolatif terhadap arus listrik, maka material tersebut akan menghasilkan perubahan nilai resistansi yang nilainya sebanding terhadap deformasi bentuknya. Perubahan hambatan yang terjadi pada *strain gauge* akan kecil, maka diperlukan instrumentasi yang presisi untuk mendeteksi perubahan tersebut dengan akurasi yang baik [2][4].

**1.3. Tegangan**

Pada hukum aliran viskos, Newton mengatakan hubungan antar gaya mekanikanya dari suatu aliran viskos sebagai : “Geseran dalam (viskositas) *fluida* adalah konstan sehubungan dengan gesekannya”. Aliran viskos dapat digambarkan dengan dua

buah bidang sejajar yang dilapisi *fluida* tipis diantara kedua bidang tersebut seperti ditunjukkan pada gambar aliran viskos sebagai berikut :



Gambar 3. Aliran Viskos [1]

Sebuah bidang dengan permukaan bawah yang terdapat batas oleh lapisan *fluida* dengan tebal h, sejajar dengan sebuah bidang permukaan atas yang bergerak dengan luas A. Jika bidang bagian atas itu ringan, yang berarti tidak memberikan beban pada lapisan *fluida* di sisi bawah, maka gaya yang ada pada lapisan *fluida* adalah nol. Sebuah gaya F diberikan pada bidang atas yang membuat Bergeraknya bidang atas dengan kecepatan konstan v, maka *fluida* dibawahnya tersebut akan membentuk lapisan-lapisan yang saling bergeseran. Setiap lapisan itu akan menghasilkan tegangan geser [1][5].

$$\sigma = FA \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$\sigma$  : Tegangan geser (N/m<sup>2</sup>)

F : Gaya (N)

A : Luas bidang permukaan (m<sup>2</sup>)

untuk mendapatkan nilai gaya maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$F = m \cdot a \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

F : Gaya (N)

a : Percepatan (m/s<sup>2</sup>)

m : Massa (kg)

Untuk mendapatkan nilai percepatan maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{vt - v_0}{t} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

a : Percepatan (m/s<sup>2</sup>)

v<sub>0</sub> : Kecepatan awal (m/s)

v<sub>t</sub> : Kecepatan akhir (m/s)

t : waktu (sekon)

### 1.4. Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas suatu benda. Semakin tinggi suhu suatu benda, maka semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin tinggi energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut [6].

#### 1.4.1. Sensor *Temperature Waterproof DS18B20*

Sensor *temperature waterproof DS18B20* dilengkapi dengan kabel ekstensi sepanjang 90 cm untuk mengukur suhu objek yang letaknya agak berjauhan dari board kontroler serta telah dilengkapi *waterproofing case* yang memiliki presisi tinggi dan tahan terhadap air. Output data dapat dengan mudah diakses melalui antarmuka 1-wire oleh mikrokontroler. Berikut ini merupakan gambar dari sensor *temperature waterproof DS18B20* [7-8].



Gambar 4. Sensor *temperature waterproof DS18B20* (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2020)

### 1.5. Sistem Kontrol Otomasi

Otomatisasi merupakan cara pelaksanaan prosedur dan tata kerja secara otomatis, dengan pemanfaatan yang menyeluruh dan

seefisien mungkin, sehingga bahan dan sumber yang ada dapat dimanfaatkan. Elemen–elemen yang bias digunakan sebagai dasar acuan untuk dasar otomatisasi, yaitu :

- Sumber tenaga untuk melaksanakan proses dan mengoperasikan sistem.
- Program instruksi untuk mengatur jalannya proses.
- Sistem pengendali untuk mengaktuasi instruksi.

Pada penelitian ini, untuk dasar sistem otomatisasi pada alat viskometer menggunakan sistem kontrol atau sistem kendali secara manual dan otomatis. Pengontrolan otomatis adalah pengontrolan yang dilakukan oleh mesin-mesin atau peralatan yang bekerja secara otomatis dan operasinya di bawah pengawasan manusia [9-10].

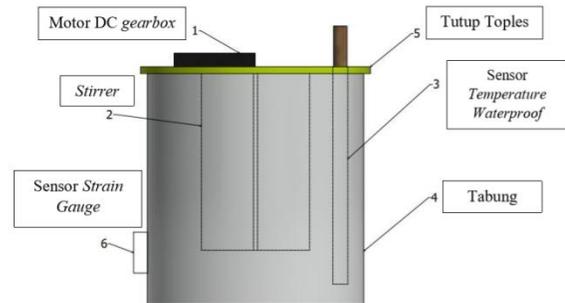
## 2. Metoda Penelitian

### 2.1. Metode Rancang Bangun Viskometer Otomatis

Dalam perancangan sistem alat viskometer otomatis terdiri dari sistem perangkat alat keras (*hardware*). Komponen utama yang dibutuhkan meliputi :

- Tabung yang digunakan sebagai wadah untuk *fluida*.
- Alat *stirrer* yang digunakan sebagai pengaduk *fluida* yang akan diuji.
- Motor DC *gearbox* digunakan sebagai alat bantu untuk memutar *stirrer*.
- Arduino Uno ebagai mikrokontroler pada penelitian alat viskometere.
- Sensor *strain gauge* digunakan untuk menentukan nilai tegangan dan nilai viskositas dari *fluida* yang diuji.
- Sensor temperatur digunakan untuk mengetahui suhu dari *fluida* yang akan diuji.
- Modul sensor temperatur digunakan untuk menghubungkan sensor temperatur dengan Arduino Uno agar hasil yang telah dilakukan dapat dilihat dari tampilan aplikasi *software* Arduino Uno.

- Adaptor DC 12 V berfungsi sebagai catu daya untuk menyalakan motor dinamo DC *gearbox*.



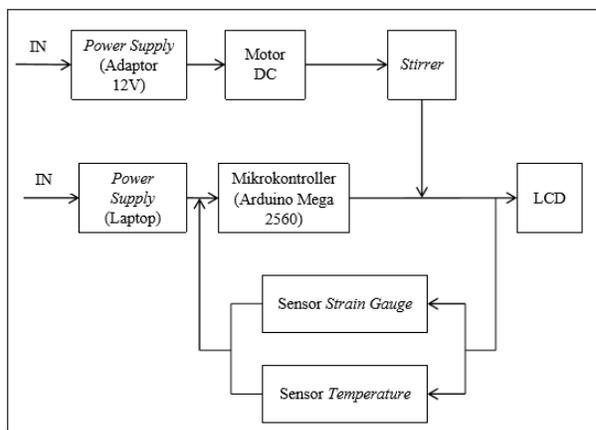
Gambar 5. Rancang Bangun Alat Viskometer Otomatis

Dalam perancangan alat viskometer otomatis ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu pemilihan motor DC *gearbox*, hal ini akan mempengaruhi hasil dari bahan yang di uji karena apabila putaran yang dihasilkan oleh *stirrer* lemah maka akan mempengaruhi hasil atau nilai dari tegangan, viskositas, dan temperatur. Dalam penelitian ini, temperatur berperan penting karena dapat mempengaruhi nilai viskositas atau kekentalan dari *fluida* yang diuji, sehingga mempengaruhi keluaran tegangan listrik yang dihasilkan. Selain itu sensor *strain gauge* juga memiliki peran penting dalam perancangan alat tersebut, hal ini dikarenakan sensor ini memiliki peran untuk mengukur tingkat viskositas *fluida*, dan besaran keluaran tegangan listrik yang dihasilkan berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan secara otomatis berbasis Arduino Uno. Pengujian yang dilakukan nantinya akan dilakukan dengan beberapa kali pengujian dengan perbedaan suhu pada limbah minyak kelapa sawit sebagai bahan ujinya. Sehingga dapat diketahui besaran tegangan listrik yang dihasilkan, dan hubungannya antara suhu dengan viskositas pada bahan uji.

### 2.2. Diagram Blok Alat Viskometer Otomatis

Pada diagram blok kendali alat viskometer otomatis memiliki 2 macam catu daya atau *power supply*. *Power supply* yang pertama yaitu Adaptor 12V yang mengirimkan daya ke motor DC *gearbox* untuk menggerakkan

*stirrer*. Selanjutnya untuk *power supply* yang kedua yaitu PC atau Laptop yang mengirimkan daya ke mikrokontroler (Arduino Uno) untuk menjalankan semua otomasi (sensor *strain gauge*, dan sensor temperatur). Sensor *strain gauge* berfungsi untuk mengukur nilai viskositas serta tegangan dari *fluida*, sedangkan pada sensor temperatur berfungsi untuk mengukur suhu pada *fluida*, baik sebelum dan sesudah dilakukan pengadukan pada limbah minyak kelapa sawit. Pada perancangan alat ini, komponen LCD disambungkan dengan Arduino Uno yang telah diprogram untuk mengetahui nilai atau hasil dari temperatur, viskositas, dan tegangan.



Gambar 6. Diagram Blok Alat Viskometer Otomatis

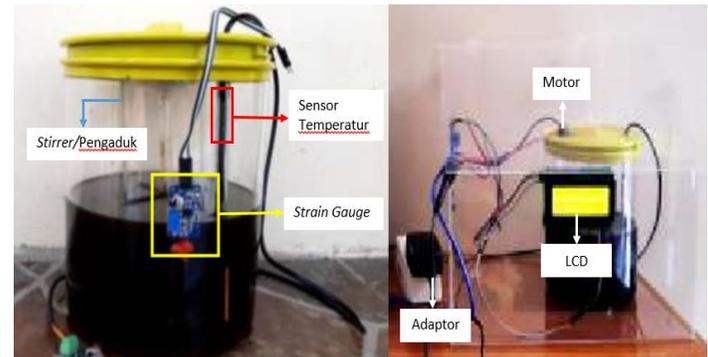
Pada diagram blok alat viskometer otomatis, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Alat akan bekerja apabila power supply dihubungkan ke sumber arus.
- Power supply secara otomatis akan menggerakkan motor DC yang akan membuat pengaduk berputar. Selain itu Arduino Uno juga bekerja guna membaca tegangan yang keluar dan membuat LCD menyala.
- Apabila pengaduk berputar sensor strain gauge dan sensor temperature akan membaca suhu, viskositas dan tegangan yang dihasilkan oleh cairan atau fluida yang diuji. Hasil dari pembacaan sensor strain gauge dan sensor temperature akan ditampilkan pada LCD.

### 3. Hasil Penelitian

#### 3.1. Proses Pengujian Viskometer Otomatis

Dalam proses pengujian alat viskometer terlebih dahulu menyiapkan bahan uji yaitu limbah minyak kelapa sawit. Setelah bahan uji siap, maka pengujian dilakukan sesuai dengan urutan cara pemakaian viskometer otomatis.



Gambar 7. Alat Viskometer Otomatis  
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2020)

Pada alat viskometer terdapat beberapa sensor dan komponen utama lainnya yang mendukung jalannya proses pengujian. Komponen tersebut yaitu sensor *strain gauge*, sensor temperatur dan *stirrer* (pengaduk), sensor dipasang pada sisi tabung viskometer berjarak 7 cm dari dasar tabung. Sensor strain gauge berfungsi mendeteksi nilai tegangan dan viskositas pada *fluida* uji kemudian data akan dihubungkan pada Arduino Uno yang berfungsi sebagai kontrol otomatis menjalankan semua komponen sensor yang ada pada alat yaitu sensor *strain gauge*, dan sensor temperature yang sebelumnya pada Arduino tersebut telah diberikan input data/program sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan *stirrer* dipasang pada tutup tabung, *stirrer* digerakan oleh motor DC yang nantinya akan mempengaruhi kecepatan putarannya sehingga *fluida* mengalami perubahan seperti suhu dan viskositas yang nantinya akan mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan oleh *fluida* uji.

#### 3.2. Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan menggunakan alat viskometer otomatis dengan bahan uji limbah minyak kelapa sawit. Pada

proses pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pengujian dengan perbedaan suhu, sebagai berikut :

a. Pengujian Pertama

Pengujian dilakukan menggunakan *fluida* berupalimbah minyak kelapa sawit dengan volume 1,5 liter dan dipanaskan selama 2, maka didapat suhu awal 39,75°C. Proses selanjutnya yaitu pengadukan *fluida* oleh stirrer yang digerakkan oleh motor DC dengan catu daya 12 V, dan arus 2 A selama 1 menit (60 detik). Selama proses pengadukan tersebut, maka akan terdeteksi nilai suhu dari sensor temperatur, nilai viskositas dari sensor *strain gauge*, dan juga nilai tegangan dari sensor *strain gauge* yang ditampilkan pada LCD.

b. Pengujian Kedua

Pengujian dilakukan menggunakan limbah minyak kelapa sawit dengan volume 1,5 liter dan dipanaskan selama 4 menit, dan suhu awal yang didapat sebesar 48,88°C.

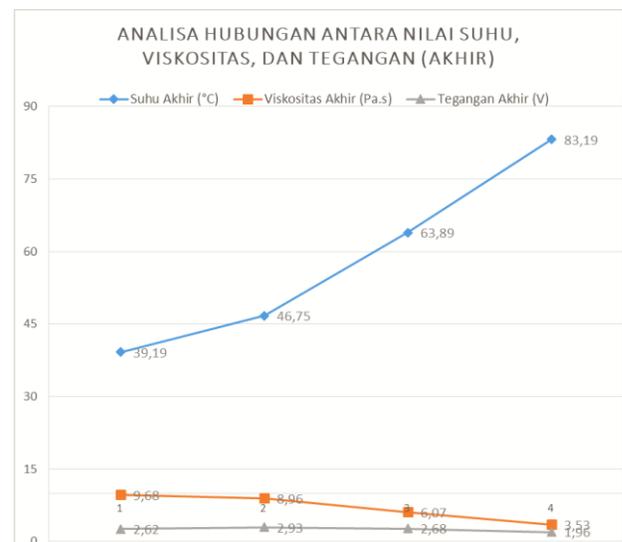
c. Pengujian Ketiga

Pengujian dilakukan menggunakan limbah minyak kelapa sawit dengan volume 1,5 liter dan dipanaskan selama 5 menit dan suhu awal yang didapat sebesar 66,25°C.

d. Pengujian Keempat

Pengujian dilakukan menggunakan limbah minyak kelapa sawit dengan volume 1,5 liter dan dipanaskan selama 6 menit dan suhu yang didapat sebesar 85,77°C.

Dari hasil uji yang dilakukan didapat bahwa hubungan suhu terhadap nilai viskositas dan nilai tegangan sangat berpengaruh. Ketika terjadi kenaikan suhu maka, nilai viskositas limbah minyak kelapa semakin menurun. Dengan menurunnya nilai viskositas menyebabkan nilai tegangan yang dihasilkan menjadi rendah. Sebaliknya apabila suhu menurun maka, nilai viskositas mengalami kenaikan, sehingga tegangan yang dihasilkan akan tinggi. Perbedaan suhu pada setiap uji coba akan mempengaruhi nilai viskositas dan tegangan listrik yang dihasilkan dari limbah minyak kelapa sawit.



Gambar 8. Analisa Hubungan antara Nilai Suhu, Viskositas, dan Tegangan (Akhir)

3.3. Data Hasil Pengujian

Dari empat kali pengujian yang telah dilakukan, maka didapat hasil pengujian, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Viskometer Otomatis

Variabel	Uji	Uji	Uji	Uji
	Coba 1	Coba 2	Coba 3	Coba 4
Waktu Pengadukan (detik)	60	60	60	60
Volume (liter)	1,5	1,5	1,5	1,5
Suhu Awal (°C)	39,75	48,88	66,25	85,37
Viskositas Awal (Pa.s)	8,30	6,60	4,79	3,34
Tegangan Awal (V)	2,24	2,18	2,14	1,88
Suhu Akhir (°C)	39,19	46,75	63,89	83,19
Viskositas Akhir (Pa.s)	9,68	8,96	6,07	3,53
Tegangan Akhir (V)	2,62	2,93	2,68	1,96

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa menggunakan alat viskometer otomatis dapat disimpulkan bahwa perancangan alat viskometer yang dibuat memiliki fungsi untuk mengetahui besarnya tegangan yang dihasilkan dari limbah minyak kelapa sawit berdasarkan dari tingkat viskositas limbah tersebut yang dipengaruhi oleh suhu. Berdasarkan dari empat kali percobaan yang telah dilakukan, maka pada uji coba pertama dengan suhu akhir 39,19°C didapat nilai viskositas sebesar 9,68 Pa.s, dan menghasilkan tegangan listrik sebesar 2,62 V. Hasil uji coba keempat dengan suhu akhir 83,19 °C didapat nilai viskositas sebesar 3,53 Pa.s, dan menghasilkan tegangan listrik

sebesar 1,96 V untuk 1,5 liter limbah minyak kelapa sawit. Berdasarkan hasil uji coba tersebut didapat bahwa semakin rendah suhu pada limbah minyak kelapa sawit maka semakin tinggi nilai viskositas dan tegangan yang dihasilkan, dan semakin tinggi suhu maka semakin rendah nilai viskositas dan tegangan yang dihasilkan.

## 5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut pengaruh dari kecepatan, dan lama waktu pengadukan *fluida* menggunakan alat viskometer otomatis terhadap nilai viskositas dan tegangan yang dihasilkan. Serta pengembangan perancangan alat dengan ukuran tangki penampung *fluida* yang lebih besar. Diharapkan dengan pengembangan tersebut dapat dihasilkan nilai tegangan listrik yang lebih besar dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Firmansyah, RR, dan Imam Suchahyo, "Rancang Bangun Viskometer Rotasi Sebagai Pengukur Kekentalan Cairan Cair", IFI, Vol 8, No 2, 2019.
- [2] Fausta DE, "Wire and Foil Type of Strain Gauge", Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2015.
- [3] Darwan dkk, "Rancang Bangun Peralatan Pengukuran Tegangan dan Regangan Eksperimental Pada Batang Kantiliver Menggunakan Strain Gauge Berbasis Arduino Uno", Universitas Mataram, 2018.
- [4] Djuhana, dan Bambang Herlambang, "Pengukuran dan Analisa Sensor Strain Gauge untuk Pengamatan Longsor", Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Pamulang, 2016.
- [5] Syafrudin, RA dkk, "Analisa Pengukuran Tegangan Pada Stuktur Pelat Berbasis Microcontroller Arduino", JOM.UNRI, 2018.
- [6] Supu, Idawati dkk, "Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material yang Berbeda", Jurnal Dinamika, vol. 07, no. 4, 2016.
- [7] Utama, SM dkk, "Rancang bangun sistem BUOY Menggunakan Sistem Komunikasi Long Range untuk Pengamatan Wilayah Pesisir", Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika, vol. 3, no. 01, 2019.
- [8] Rozaq, IA, dan Noor Yulita DS, "Uji Karakteristik Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air ", Prosiding SNATIF, ke 4, 2017.
- [9] Rumulutur, Sonny, dan Serli, LA, "Sistem Kontrol Otomatis Pengisian Cairan dan Penutup Botol Menggunakan Arduino Uno Rev 1.3", Jurnal Electro Luceat, vol. 5, no. 1, 2019.
- [10] Candra, Hendrik dkk, "Rancang Bangun dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Otomatis Pada Irigasi Tetes Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega", Jurnal Teknik Pertanian Lampung, vol. 4, no. 4: 235-244, 2015.