IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* PADA ALAT PRAKTIKUM VISKOMETER UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA

Isma Dwi Puspitasari [1] , Adian Aristia Anas [1], Dwi Arnoldi [1]

[1] Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar Palembang 30139, Indonesia

Adian1087@gmail.com [1]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* yang dapat membantu mahasiswa lebih paham soal pengukuran kekentalan cairan. Alat bantu praktikum viskometer ini dibuat menggunakan sensor *infrared*, motor DC dan komponen lainnya dengan menggunakan *platform* aplikasi *Blynk*. Konsep dari viskometer ini adalah viscometer *spindle*, dilakukan penelitian dari Mei sampai Juli 2025 lewat eksperimen. Pengujiannya menggunakan tiga jenis fluida dan tiga jenis suhu, nilai viskositasnya sebagai berikut: air bersih pada 28°C (0,00083 Pa.s), 40°C (0,00066 Pa.s), 60°C (0,00044 Pa.s); minyak goreng pada 28°C (0,0388 Pa.s), 40°C (0,0249 Pa.s), 60°C (0,0164 Pa.s); SAE 10W-30 pada 28°C (0,0936 Pa.s), 40°C (0,0634 Pa.s), 60°C (0,0406 Pa.s). Alat ini akurat sampai 96,34%, alat bantu praktikum viskometer ini sangat efektif dan efsien dalam pembelajaran bagi mahasiswa dalam melakukan praktikum.

Kata kunci : *viskositas, viskometer, fluida, internet of things.*

Abstract

This study aims to design and develop an internet of things (IoT)-based viscometer as a practical learning tool to help students better understand the measurement of fluid viscosity. The viscometer is constructed using an infrared sensor, a DC motor, and other supporting components, integrated with the blynk application platform. The concept applied in this devise is a spindle-type viscometer. The research was conducted from may to July 2025 using an experimental method. The testing was carried out using three types of fluids at three different temperatures. The viscosity values obtained are as follows: distilled water at 28°C (0.00083 Pa·s), 40°C (0.00066 Pa·s), and 60°C (0.00044 Pa·s); cooking oil at 28°C (0.0388 Pa·s), 40°C (0.0249 Pa·s), and 60°C (0.0164 Pa·s); and SAE 10W-30 oil at 28°C (0.0936 Pa·s), 40°C (0.0634 Pa·s), and 60°C (0.0406 Pa·s). The developed device achieved an accuracy level of 96.34%, indicating that the IoT-based viscometer is highly effective and efficient as a learning aid for students in conducting practical experiments.

Key words : *viscosity, viscometer, fluid, internet of things.*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang ilmu yang mempelajari materi, sifat, perubahan, dan energi yang dihasilkan [1]. Di dunia pendidikan, praktikum fisika penting banget buat bantu siswa memahami konsep teori fisika lewat situasi nyata. Salah satu topik yang sering dibahas adalah viskositas, yang mengukur seberapa kental suatu cairan [2]. Di labororium Fisika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya keterbatasan alat praktikum terutama viskometer yang menyebabkan proses pembelajaran kurang optimal. Viskometer adalah alat yang mengukur tingkat kekentalan atau viskositas, padahal alat ini penting membuat mata kuliah fisika rekayasa yang mempunyai bobot 2 SKS, dengan 1 SKS teori dan 1 SKS praktikum. Biasanya, alat yang dipake untuk mengukur viskositas adalah viskometer.

Saat ini, dengan majunya teknologi, konsep *Internet of Things* atau IoT mulai banyak dikembangkan. IoT itu sistem di mana benda-benda bisa saling mengirim data melalui jaringan tanpa perlu interaksi langsung manusia ke manusia atau manusia ke komputer[3]. Sistem ini menggunakan sensor dan software untuk komunikasi, kontrol, hubungin, dan tukar data dengan perangkat lain yang terhubung internet. Oleh karena itu, atasi kekurangan alat di lab, perlu penelitian dan rancang viskometer yang memanfaatkan IoT. Viskometer ini bisa dibuat sebagai alat bantu praktikum yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk*. *Blynk* merupakan

aplikasi yang bisa digunakan melalui perangkat android maupun IOS, aplikasi ini mempermudah pengguna mengembangkan dan mengontrol proyek-proyek Internet of Things dari perakat yang terdaftar[4].

Pada penelitian ini, komponen yang digunakan untuk membuat rancangan viskometer ini yaitu: Motor DC 12V yang memiliki fungsi memutarkan batang pengaduk didalam fluida, motor *driver* atau modul *driver* untuk mengontrol kecepatan dan arah motor DC12V, Sensor Arus DC INA219 ialah sensor yang dapat mengukur arus tegangan, Sensor *Infrared* memiliki fungsi mendeteksi objek gerak pada suatu alat ataupun komponen, Modul WiFi ESP32 ialah board yang berbasis *chip* ESP32 dengan miliki kemampuan untuk menjalankan mikrokontroler, WiFi, dan bluetooth[5], Arduino UNO R3 dapat mengontrol dan memproses input untuk menjalankan program untuk mengendalikan komponen elektronik[6], dan batang pengaduk yang berfungsi untuk mengaduk fluida pada saat pengujian.

Penelitian ini dilakukan proses pengujian terhadap perangkat yang telah dibuat menggunakan fluida (air bersih, minyak goreng, dan SAE 10W-30) dengan masing-masing suhu (28°C, 40°C, dan 60°C). Oleh karena itu, penelitian sangat penting untuk mengatasi kekurangan alat pengukur viskositas di laboratorium fisika teknik mesin politeknik negeri sriwijaya, diperlukan penelitian dan pengembangan viskometer yang menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Viskometer tersebut bisa dibuat sebagai alat pendukung praktikum yang terhubung dengan aplikasi *Blynk*. Dengan ini, mahasiswa akan lebih mudah memahami prinsip viskositas saat melakukan praktikum fisika dasar dan hasil pengukuran viskositas dapat dipantau secara langsung dan disimpan dalam bentuk digital, sehingga mahasiswa lebih mudah menganalisis serta memproses datanya.

METODE PENELITIAN

Pembuatan alat praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* ini dilakukan di bengkel *Maintenance and Repair* Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam waktu pengerjaan selama 4 bulan dari Maret-Juli 2025. Metode yang diterapkan yaitu kuantitatif eksperimen, penelitian yang melakukan analisis dengan cara perbandingan pada sampel dan perbandingan tersebut disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah pemahanam interprestasi data yang diperoleh. Hasil pengambilan data dan sampel akan dianalisis untuk mengetaui Tingkat ketelitian alat hasil perancangan alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things*.

Alat dan Bahan

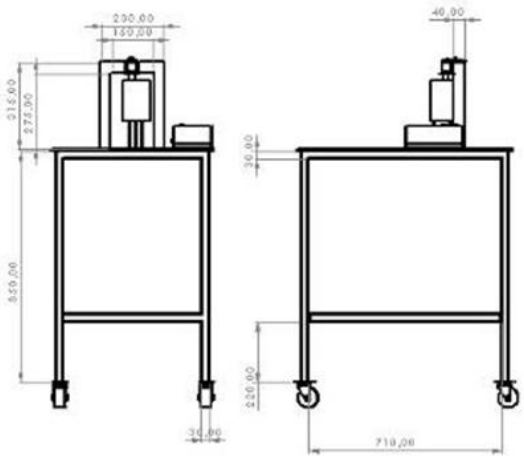
Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk membuat perancangan alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* sebagai berikut :

Tabel 1 Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Sensor *Infrared*	Air Bersih
Motor DC 12V	Minyak Goreng
Motor *Driver*	SAE 10W-30
Sensor INA219	*Beaker Glass/Pyrex*
Arduino Uno R3	Metanol
Modul WiFi ESP32	Termometer
LCD 16x02	
SmartPhone	
Batang Pengaduk	

Perancangan Alat

Dalam proses perencanaan pembuatan alat ini, elemen paling krusial dan esensial adalah menyusun desain serta prinsip pengoperasian alat tersebut. Pendekatan ini akan memfasilitasi pemahaman mendalam terhadap mekanisme kerja dan berbagai fungsi alat yang akan dikembangkan. Desain konstruksi alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* ini dikembangkan dengan memanfaatkan perangkat lunak SolidWorks 2022. Berikut ini merupakan Desain 2D alat praktikum viscometer berbasis *Internet of Things.*



Gambar 1 Desan 2D alat praktikum viskometer berbasis *Internet of things*

Alat bantu praktikum viskometer berbasis IoT memiliki berbagai komponen dengan fungsi spesifik, dimulai dari *clamp spindle* yang berperan memegang dan menahan motor spindel, motor DC

yang menggerakkan pengaduk, serta pengaduk itu sendiri yang digunakan untuk mengaduk fluida di dalam *beaker glass* atau *pyrex* sebagai wadah untuk fluida atau cairan yang akan diuji. Selain itu, terdapat penopang *beaker glass* yang menopang *pyrex* saat pemanasan menggunakan metanol, panel box untuk menyimpan dan menjaga komponen elektrik agar aman, serta roda yang memudahkan pergerakan dan perpindahan alat.

Komponen elektronik meliputi Arduino Uno R3 sebagai pusat kontrol, sensor arus DC INA219 dan sensor i*nfrared* yang mendeteksi gerakan pada fluida, modul *Driver* yang mengontrol motor DC, LCD 16x02 untuk menampilkan hasil pengukuran viskositas, serta modul Wi-Fi NodeMCU ESP32 sebagai media penghubung ke aplikasi *Blynk* dan otak dari seluruh program IoT. Serta komponen-komponen elektrik tersebut akan dimasukan kedalam box panel untuk menyimpan atau menjaga agar tetap aman.

Sistem Kerja

Sistem kerja pada alat viskometer menggunakan adaptor yang berfungsi sebagai sumber daya utama, yang mengubah tegangan AC menjadi DC untuk mensuplai seluruh komponen elektronik, khususnya Arduino Uno dan modul WiFi NodeMCU ESP32. Pengendalian alat dilakukan melalui aplikasi blynk pada *smartphone*, yang mengirimkan perintah melalui jaringan internet ke modul WIFI yang terhubung dengan mikrokontroler.

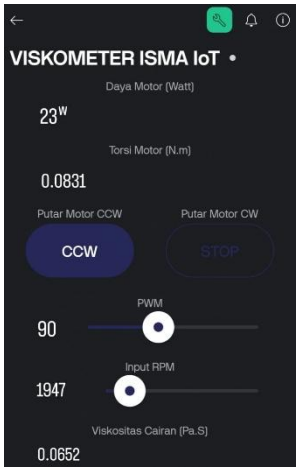
Arduino Uno menerima perintah tersebut dan mengirimkan sinyal ke motor *driver*. Kecepatan purat motor dikendalikan sesuai input dari pengguna pada aplikasi blynk. Sensor *infrared* akan mengukur kecepatan putaran motor(RPM), sedangkan sensor INA219 digunakan untuk mengukur tegangan, serta arus listrik yang kemudian digunakan untuk mendeteksi atau menghitung daya Listrik motor (p) dan pada akhirnya menghasilkan torsi (τ).

Data dari sensor-sensor tersebut diproses oleh modul WiFi NodeMCU ESP32 dan Arduino Uno R3 melalui jaringan internet. Aplikasi *Blynk* di*smartphone* yang terhubung akan menerima data hasil pengukuran viskositas fluida (μ). Selain itu, hasil pengukuran viskositas ditampilkan pada layar LCD 16x02.

Proses Pengujian

Dalam proses pengujian Pastikan sensor-sensor dan mikrokontroler sudah terhubung ke aplikasi *Blynk*, serta pastikan suhu yang digunakan sesuai untuk keperluan pengujian dan pastikan jaringan WiFi lancar. Selanjutnya, tekan tombol putaran motor dan RPM di aplikasi *Blynk* untuk memulai proses pengukuran. Saat tombol tersebut ditekan, motor akan berputar secara otomatis, dan alat bantu akan mengukur viskositas fluida tersebut. Hasil pengukuran viskositas fluida akan ditampilkan di aplikasi *blynk* seperti gambar 2.

Lakukan tiga kali pengujian pada setiap fluida dengan berbeda suhu dan lakukan kalibrasi motor DC menggunakan Tachometer guna memastikan kestabilan (RPM) dan meningkatan akurasi serta validitas data yang dihasilkan nantinya, serta lakukan kalibrasi pada sensor-sensor teruatam sensor INA219 untuk memastikan keakuratan pengukuran arus tegangan yang digunakan dalam perhitungan daya motor, biasanya sensor dikalibrasi menggunakan Multimeter Digital.



Gambar 2 Hasil pengujian alat praktikum viskometer menggunakan aplikasi *blynk*

Analisis Data

Viskositas ialah suatu ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar ataupun kecilnya gesekan yang terdapat didalam fluida[7]. pengukuran viskositas pada penelitian ini berdasar pada prinsip kerja viskometer rotasi, yaitu hubungan antara torsi, kecepatan putaran, dan sifat fluida. Secara fisika, fluida dengan viskositas yang lebih tinggi akan memberikan hambatan yang lebih besar terhadap gerakan, sehingga diperlukan torsi yang lebih besar untuk memutar pengaduk pada kecepatan tertentu.

Hubungan antara torsi dan viskositas dapat dinyatakan bahwa torsi berbanding lurus dengan viskositas fluida dan kecepatan sudut. Dengan demikian, viskositas dapat ditentukan dari hasil pengukuran torsi dan kecepatan putaran motor. Dalam penelitian ini, kecepatan putaran motor diukur dalalam satuan (RPM). Nilai (RPM) selama pengujian tidak selama nya konstan, karena dipengaruhi oleh beban fluida, karakteristek motor, dan kondisi sistem secara keseluruhan. Meskipun demikian, nilai RPM diukur secara *real-time* menggunakan sensor dan langsung digunakan dalam perhitungan.

Nilai torsi tidak diukur secara langsung melainkan dihitung berdasarkan daya (p) dan kecepatan putaran motor (n). Nilai daya listrik kemudian dikonversi ke satuan (HP) digunakan sebagai perhitungan torsi. Namun demikian, secara teoritis daya listrik yang masuk motor tidak seluruhnya dikonvesi menjadi daya mekanik akibat adanya rugi-rugi energi seperti panas gesekan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengasumsikan bahwa daya listrik setara dengan daya mekanik (efisiensi 100%), yang berpotensi menimbulkan bias pada hasil perhitungan torsi.

Selanjutnya, nilai torsi yang diperoleh digunakan dalam perhitungan viskositas dengan menggunakan persamaan berikut [8]:

$$\mu = \frac{\tau \ell}{4\pi^2 R^3 n L} \quad \text{.....(1)}$$

mencari rumus torsi (τ) sebagai berikut:

$$\tau = \frac{5.252\ x\ p}{n} \quad \text{.....(2)}$$

$$p = \text{V x 1} \quad \text{.....(3)}$$

Keterangan:
μ : Koefisien Viskositas (Pa.s)
τ : Torsi (N/m)
L : Tinggi *Beaker Glass*, 0.12 m
R : Diameter Pengaduk, 0.05 m
ℓ : Cela Diameter 0.015 m
n : Putaran Motor (RPM)
p : Daya Motor (HP)
V : Tegangan
I : Arus

Lakukan analisis deskriptif kuantitatif terhadap data yang dikumpulkan. Perbandingan dilakukan untuk meningkatkan tingkat kedekatan hasil dengan data dari viskositas pada penelitian terdahulu. Berdasarkan hasil analisis tersebut, simpulan diambil mengenai akurasi alat bantu praktikum viskometer. Berikut adalah kriteria persentase[9]:

Tabel 2 Kriteria persentase

Persentase	Kriteria
0% - 20%	Sangat tidak layak
21% - 40%	Tidak layak/ tidak baik
41% - 60%	Cukup layak/cukup baik
61% - 80%	Layak/baik
81 - 100%	Sangat layak/sangat baik

Berdasarkan kriteria presentase yang telah ditetapkan, alat praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* dianggap layak jika presentase penilaiannya mencapai atau melebihi 61%. Data yang didapat dari hasil pengujian alat ini dianalisis untuk mengetahui tingkat ketelitiannya melalui metode berikut ini[9]:

1. Ketidakpastian (Δx)

$$\Delta x = \frac{\text{x maxs} - \text{x min}}{2} \quad \text{.....(4)}$$

2. Standar error

$$SE = (\Delta x / \bar{x})\ \text{x } 100\% \quad \text{.....(5)}$$

3. Taraf ketelitian (TK)

$$TK = (100 - SE)\% \quad \text{.....(6)}$$

Keterangan:
Δx = ketidakpastian data x
x maks = data x maksimal
x min = data x minimal
$\bar{x}$ = nilai x rata-rata
SE = Standart error
TK = Taraf ketelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Pada Alat Praktikum Viskometer Berbasis *Internet of Things*

Pengujian alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* dilakukan untuk membandingkan hasil dari viskositas yang ada pada fluida dengan hasil pengukuran alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* ini. Pada pengujian ini, ada tiga fluida sebagai variabel independen (air bersih, minyak goreng, dan SAE 10W-30) dan tiga suhu sebagai variabel indepeden (28°C, 40°C, dan 60°C) yang digunakan untuk menguji alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things*, dengan tiga kali pengukuran pada variabel suhu.Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian alat bantu viskometer berbasis *Internet of Things*

Fluida	Suhu (°C)	Torsi (N.m)	Viskositas (Pa.s)
Air Bersih	28°C	0,0306	0,00084
		0,0307	0,00084
		0,0319	0,00080
	40°C	0,0263	0,00065
		0,0271	0,00068
		0,0265	0,00064
	60°C	0,0235	0,00044
		0,0235	0,00044
		0,0234	0,00044
Minyak Goreng	28°C	0,0652	0,0399
		0,0627	0,0370
		0,0649	0,0396

	40°C	0,0515	0,0249
		0,0515	0,0249
		0,0515	0,0249
	60°C	0,0438	0,0180
		0,0408	0,0156
		0,0409	0,0157
SAE 10W-30	28°C	0,0981	0,0864
		0,1074	0,1081
		0,0982	0,0864
	40°C	0,0813	0,0612
		0,0831	0,0652
		0,0824	0,0638
	60°C	0,0660	0,0410
		0,0660	0,0411
		0,0650	0,0398

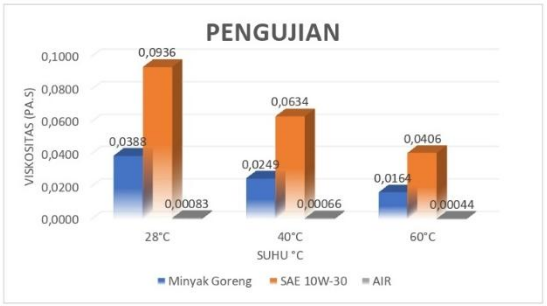
Tabel 4 Rata-Rata Hasil Pengujian

Fluida	Suhu	Viskositas
Air Bersih	28°C	0,00083
	40°C	0,00066
	60°C	0,00044
Minyak Goreng	28°C	0,0388
	40°C	0,0249
	60°C	0,0164
SAE 10W-30	28°C	0,0936
	40°C	0,0634
	60°C	0,0406

Viskositas Air bersih pada suhu 28°C sebesar 0,00083 Pa.s, suhu 40°C 0,00066 Pa.s, dan suhu 60°C 0,00044 Pa.s. Pada suhu 28°C dengan hasil viskositas sebesar 0,00083 Pa.s [10], dan suhu 40°C, 60°C) menunjukan bahwa viskositasnya sebesar 0,00065 Pa.s, 0,00046 Pa.s[11].

Viskositas minyak goreng pada suhu 28°C yaitu 0,0388 Pa.s, sedangkan pengujian yang dilakukan di laboratorium kimia Polsri menggunakan viskometer bola jatuh dengan hasil viskositas 0,0388 Pa.s.

Viskositas dari SAE 10W-30 pada suhu 28°C yaitu 0,0936 Pa.s, suhu 40°C 0,0634 Pa.s, dan suhu 60°C 0,0406 Pa.s. Sedangkan pada suhu 28°C dengan viskositas 0,0930 Pa.s, suhu 40°C dengan viskositas 0,0633 Pa.s, dan suhu 60°C dengan viskositas 0,0402 Pa.s[8]



Gambar 3 Grafik pengujian alat bantu praktikum viskometer

Hasil Analisis Taraf Ketelitian Alat Bantu Praktikum Viskometer Berbasis *Internet of Things*

Dari perbandingan pada gambar 3 menunjukan bahwa suhu dapat mempengaruhi suatu viskositas fluida, semakin tinggi suhu semakin turun juga viskositas fluida. Pada tabel 5 data yang diperoleh alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* yang dianalisis untuk menentukan tingkat ketelitiannya menggunakan rumus (4), (5), dan (6).

Berikut ini merupakan salah satu contoh perhitungan untuk air bersih pada suhu 28°C:

Ketidak Pastian (Δx)

$$\Delta x = \frac{0{,}00084 - 0{,}00080}{2} = 0{,}0002 \quad \text{.....(7)}$$

Standar error

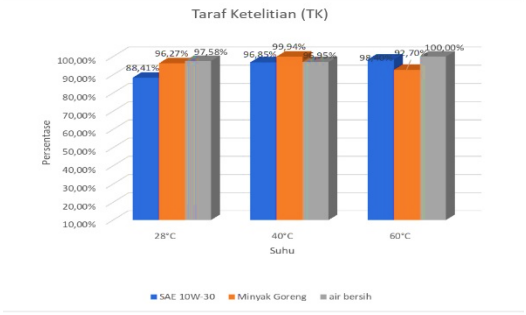
$$SE = (0{,}0002/0{,}00083)\ x\ 100\% = 2{,}4\% \text{.(8)}$$

Taraf ketelitian (TK)

$$TK = (100 - 2{,}4)\ \% = 97{,}58\% \text{.....(9)}$$

Tabel 5 Tingkat Ketelitian Alat Bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things*

Fluida	Suhu	KP	SE	TK
Air Bersih	28°C	0,0002	2,4%	97,58%
	40°C	0,00	3,0%	96,95%
	60°C	0	0,0%	100,00%
Minyak Goreng	28°C	0,0014	3,7%	96,27%
	40°C	0,00	0,1%	99,94%
	60°C	0,0012	7,3%	92,70%
SAE 10W-30	28°C	0,0109	11,59%	88,41%
	40°C	0,0020	3,15%	96,85%
	60°C	0,0007	1,60%	98,40%
Rata-rata				**96,34%**



Gambar 4 Grafik Taraf Ketelitian Alat Bantu Praktikum Viskometer Berbasis *Internet of Things*

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 6, mendapatkan nilai tingkat ketelitian (TK) alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things* pada tiga jenis fluida yaitu, air bersih minyak goreng, dan oli SAE 10W-30 dengan variasi suhu 28°C, 40°C, dan 60°C. Parameter yang dianalisis meliputi Ketidak Pastian (KP), Standar Eror (SE), dan Taraf Ketelitian (TK). Secara umum, hasil penelitian menunjukan bahwa nilai taraf ketelitian alat berada pada rentang 88,41%-100%, dengan nilai rata-rata 96,34%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa alat yang dikembangkan memiliki Tingkat akurasi yang tinggi dan dapat dikategorikan sangat layak digunakan dalam kegiatan praktikum.

Pada pengujian fluida air bersih, diperoleh Tingkat ketelitian yang sangat tinggi yaitu sebesar 97,58% pada suhu 28°C, 96,95% pada suhu 40°C, 100% pada suhu 60°C. Nilai ini menunjukan bahwa alat mampu bekerja dengan sangat baik pada fluida dengan viskositas rendah, tidak adanya nilai kesalahan (SE = 0%) pada suhu 60°C mengindikasikan bahwa hasil pengukuran alat identik dengan nilai acuan, sehingga menghasilkan ketelitian maksimum.

Sementara itu, pada fluida minyak goreng nilai ketelitian cenderung bervariasi, 96,27% pada suhu 28°C, pada suhu 40°C meningkat menjadi 99,94%, dan menurun menjadi 92,70% pada suhu 60°C dengan adanya nilai kesalahan (SE = 7,3%) bahwa peubahan viskositas yang signifikan serta kemungkinan adanya factor eksternal seperti kestabilan sensor ataupun hal lainnya.

Pengujian oli SAE 10W-30, mendapatkan nilai ketelitian sebesar 88,41%pada suhu 28°C, 96,85% pada suhu 40°C, dan 98,40% pada suhu 60°C. Nilai ketelitian terendah pada suhu 28°C yang disebabkan oleh nilai eror yang cukup tinggi (SE = 11,59%). Kondisi ini menunjukan bahwa alat mengalami keterbatasan dalam mengukur fluida dengan viskositas tinggi pada suhu rendah, fluida cenderung lebih kental sehingga dapat mempengaruhi kinerja sensor dan sistem pembacaan.

Secara keseluruhan hubungan antara Ketidak pastian (KP), Standar Eror (SE), dan Tingkat Ketelitian (TK) menunjukan bahwa, semakin kecil nilai (SE) maka nilai (TK) semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan konsep dasar pengukuran, Tingkat ketelitian berbanding terbalik dengan besarnya sesalahan. Nilai (KP) mendekat 0 pada sebagian besar pengujian dapat menunjukkan bahwa hasil pengukuran alat memiliki deviasi yang sangat kecil terhadap referensi. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet Of Things* yang di kembangkan memiliki performa yang baik dengan Tingkat ketelitian rata-rata sebesar 96,34%. Mengacu pada kriteria kelayakan alat, Tingkat ketelitian dalam rentang 81%-100% dikategorikan sangat layak[9]. Maka alai ini dapat dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran dan praktikum fisika, terkhususnya dalam pengukuran viskositas fluida.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk alat bantu praktikum viskometer berbasis *Internet of Things*, mahasiswa lebih mudah memahami materi fisika dasar seperti viskositas terhadap fluida cair. Hasil pengujian alat tersebut menunjukan tingkat ketelitiannya yang sangat layak berkisaran 88,41%-100% dengan rata-rata 96,34%. Hal ini mengindikasikan bahwa alat ini sangat baik untuk digunakan dalam melakukan praktikum. juga keunggulan menggunakan aplikasi dapat meminimalisir kesalahan manusia dan alat ini sangat efektif untuk melakukan praktikum.

SARAN

Alat ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut, khususnya pada integrasi sistem pemanas elektrik (*electric heater*) serta penambahan sensor suhu seperti termokopel. Pengembangan tersebut bertujuan agar pengendalian dan pemantauan suhu dapat dilakukan secara otomatis melalui aplikasi blynk, sehingga meningkatkan efesiensi dan lebih akurasi dalam pengoperasian alat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Agustian, A. A. Anas, R. Wilza, and A. Junaidi, “Perancangan Alat Praktikum Fisika Gerak Jatuh Bebas,” J. Ilm. Pendidik. Fis. dan Sains, vol. 5, no. 3, pp. 212–221, 2024.

[2] A. Malik, M. A. Hakiki, and N. Miyati, "Analysis Characteristics of Viscosity Coefficient Using Viscometer Stromer," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1402, p. 004085, 2019.

[3] B. M. L. Putri, S. O. Putri, F. I. Muchtadi, and F. Mukhlish, "Pembuatan Prototipe Viskometer Bola Jatuh Menggunakan Sensor Magnet dan Bola Magnet," J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi, vol. 5, no. 2, p. 101, 2015. doi: 10.5614/joki.2013.5.2.6..

[4] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," Sensors, vol. 23, no. 15, 2023. doi: 10.3390/s23156739.

[5] E. Umar and P. Swara, Buku Pintar Fisika. Jakarta: Niagara Swadaya, 2008.

[6] Engineering ToolBox, "Water – Dynamic and Kinematic Viscosity at Various Temperatures and Pressures," The Engineering ToolBox, 2019. [Online].Available:https://www.engineeringtoolbox.com/water-dynamic-kinematic-viscosity-d_596.html.

[7] Junaidi and D. P. Yulian, Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino. Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja, 2018.

[8] P. U. Rakhmawati, "Analisis Komunikasi Platform Internet of Things Aplikasi Blynk," Jurnal Aplikasi Blynk, vol. 9, no. 2502, pp. 40–46, 2024.

[9] Riduwan, Dasar-Dasar Statistik. Bandung: Alfabeta, 2023.

[10] T. Rahmadi, Mengenal Apa itu Internet of Things. Jakarta: TIGA Ebook, 2020.

[11] Y. Çengel and J. Cimbala, Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications, 3rd ed. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2013.