

RANCANG BANGUN ALAT UJI VISKOSITAS DENGAN METODE BOLA JATUH UNTUK PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA SKALA LABORATORIUM

Syaiban^{1*}, Rendi², Muhammad Saukani³

¹Prodi Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, NPM16620137

²Prodi Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, NIK0661508787

³Prodi Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, NIP198707292015041002

Email : saibaniban6@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu proses pembelajaran penting dalam program studi S1 teknik mesin adalah praktikum terutama pada fenomena dasar mesin tujuannya salah satunya membuktikan kebenaran teori. Khusus di bidang mekanika fluida dimana setiap zat cair memiliki koefisien kekentalan yang berbeda, alat untuk mengukur kekentalan fluida adalah viskositas dengan metode bola jatuh. Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 20 s/d 25 juli 2020 tempat penelitian di desa sungai pinang lama kecamatan sungai tabuk kabupaten banjar. Metode pengujian dengan menjatuhkan bola secara bebas tanpa kecepatan awal menggunakan tali benang di tempelkan kebola dengan ketinggian fluida yang diberi tanda gelang karet yaitu 0,885 m sehingga di peroleh waktu tempuh bola. Dengan ddesain yang dilengkapi thermostat mempermudah mengatur dan mengetahui temperatur fluida di dalam tabung uji secara langsung. Adapun hasilnya adalah pada oli Castrol Activ SAE 20W-40 dengan temperatur 30° C viskositasnya 1,969 ± 0,04 Pa.s, pada temperatur 40° C viskositanya 1,309 ± 0,07 Pa.s, temperatur 50° C viskositasnya 1,108 ± 0,01 Pa.s, temperatur 60° C viskositasnya 0,971 ± 0,02 Pa.s, temperatur 70° C viskositasnya 0,815 ± 0,03 Pa.s, temperatur 80° C viskositasnya 0,716 ± 0,005 Pa.s, dan temperatur 90° C viskositasnya 0,676 ± 0,01 Pa.s hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur semakin rendah viskositasnya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja rancangan alat viskositas fluida pada temperatur yang berbeda, alat dan konsep dasar pengembangan pengukuran dapat digunakan untuk sarana dan prasarana praktikum.

Kata kunci : alat uji viskositas bola jatuh untuk praktikum mekanika fluida skala laboratorium.

ABSTRACT

One of the important learning processes in the undergraduate mechanical engineering study program is practicum, especially on basic machine parameters, the goal of which is to prove the truth of the theory. Especially in the field of fluid mechanics where each liquid has a different coefficient of viscosity, a tool for measuring fluid viscosity is the viscosity using the falling ball method. When the research was conducted on July 20 to 25, 2020, the research site was in Sungai Pinang Lama village, Sungai Tabuk sub-district, Banjar district. The test method is to drop the ball freely without initial velocity using a string of threads attached to the ball travel time is obtained. With a design equipped with a thermostat makes it easy to directly regulate and know the temperature of the fluid in the test tube. The result is Castrol Active SAE 20W-40 oil with a temperature of 30° C the viscosity is $1,969 \pm 0,04$ Pa.s, at 40° C the viscosity is $1,309 \pm 0,07$ Pa.s, and the temperature is 50° C the viscosity is $1,108 \pm 0,01$ Pa.s, the temperature is 60° C the viscosity is $0,971 \pm 0,02$ Pa.s, the temperature is 70° C the viscosity is $0,815 \pm 0,03$ Pa.s, the temperature is 80° C the viscosity is $0,716 \pm 0,005$ Pa.s, and the temperature 90° C the viscosity is $0,676 \pm 0,01$ Pa.s the results showed that the higher the temperature the lower the viscosity. The purpose of this study was to determine the performance of the fluid viscosity device design at different temperatures, the tools and the basic concepts of measurement development can be used for practicum facilities and infrastructure.

Keywords : falling ball viscosity test equipment for laboratory scale fluid mechanics lab.

1. Pendahuluan

Praktikum merupakan bagian penting dari proses pembelajaran pendidikan tinggi bidang teknik (*engineering*). Praktikum bertujuan mengasah keterampilan dan memuaskan rasa ingin tahu mahasiswa, serta tempat yang membuktikan kebenaran teori yang telah di terima mahasiswa (Priangkoso,dkk 2015).

Salah satu praktikum yang ditetapkan dalam standar minimal laboratorium teknik mesin adalah praktikum fenomena dasar mesin yang memuat mata kuliah praktikum mekanika fluida. Untuk meningkatkan pemahaman dan penerapan ilmu teori di praktikum maka setiap jurusan teknik menyediakan sarana alat pengujian untuk mendukung proses

praktikum terutama pada fenomena dasar mesin.

Praktikum fenomena dasar mesin ini dilaksanakan bertujuan agar mahasiswa mampu memahami dan mengukur parameter-parameter dalam fenomena dasar mesin dan penggunaan instrumentasi untuk mengukur parameter-parameter tersebut (Siregar and Sinaga 2013) khususnya di bidang mekanika fluida. Namun pada bidang mekanika fluida alat yang digunakan untuk menunjang proses praktikum fenomena dasar mesin masih belum ada di laboratorium S1 prodi teknik mesin universitas islam kalimantan muhammad arsyad al banjari banjarmasin, di karenakan langka dan alat ujinya mahal. Maka dengan itu perlu dilakukan perancangan alat

pengujian viskositas sistem bola jatuh untuk praktikum mekanika fluida.

Di antara salah satu sifat zat cair adalah kental (*viscous*) di mana zat cair memiliki koefisien kekentalan yang berbeda-beda, misalnya kekentalan minyak goreng berbeda dengan kekentalan oli. Dengan sifat zat ini zat cair banyak digunakan dalam dunia otomotif yaitu sebagai pelumas mesin. Telah diketahui bahwa pelumas yang dibutuhkan tiap-tiap tipe mesin membutuhkan kekentalan yang berbeda-beda. Sehingga sebelum menggunakan pelumas sesuai atau tidak dengan tipe mesin (Budianto 2008). Keuntungan viskositas sistem bola jatuh mudah untuk dirancang dan biaya pembuatannya serta perawatan alat uji ini sangat murah. Setelah menganalisa latar belakang tersebut maka penulis bermaksud membuat perancangan dan pembuatan alat uji viskositas dengan metode bola jatuh untuk praktikum mekanika fluida kemudian melakukan pengujian menggunakan pelumas yang ada di pasaran dengan berbagai temperatur yang ditentukan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Definisi Fluida

Definisi yang lebih tepat untuk membedakan zat padat dengan fluida adalah dari karakteristik deformasi bahan-bahan tersebut. Zat padat dianggap sebagai bahan yang menunjukkan reaksi deformasi yang terbatas ketika menerima atau mengalami suatu gaya geser (*shear*). Sedangkan fluida memperlihatkan fenomena sebagai zat yang terus menerus berubah bentuk apabila mengalami tekanan geser, dengan kata lain yang dikategorikan sebagai fluida adalah suatu zat yang tidak mampu menahan tekanan geser tanpa berubah bentuk (RIDWAN 1999).

2.2 Beberapa Istilah Dalam Mekanika Fluida

1. Kerapatan (*density*)

Adalah jumlah / kuantitas suatu zat pada suatu unit volume *density* dapat dinyatakan dalam tiga bentuk :

- Massa *density* (ρ) satuan dalam SI adalah (kg/m^3)
- Berat spesifik (*specific weight*) (γ) = $\rho \cdot g$ satuan dalam SI = N/m^3 dimana g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- Spesifik gravity (s.g) merupakan perbandingan antara *density* dengan berat spesifik suatu zat terhadap *density* atau berat spesifik suatu standard zat (umumnya terhadap air). Jadi s.g tidak mempunyai satuan.

2. Viskositas

Viskositas suatu fluida merupakan ukuran ketahanan suatu fluida terhadap deformasi atau perubahan bentuk

Dalam sistim SI tegangan (τ)= μ (du/dy), atau dengan kata lain tegangan geser diekspresikan dalam N/m^2 (Pa) dan gradien kecepatan (du/dy) dalam (m/s)/m, karena itu satuan SI untuk viskositas dinamik adalah : N.s/m^2 atau kg/m.s . sedang viskositas kinematik (ν) didefinisikan sebagai perbandingan viskositas dinamik terhadap kerapatan (*density*) $\nu = \mu/\rho$ dalam SI viskositas kinematika mempunyai satuan m^2/s . Dalam menganalisa fluida, sering diperlukan konsep penyederhanaan. Salah satu konsep demikian adalah konsep fluida ideal, yaitu fluida yang tak viskous. Dengan demikian fluida ideal sama sekali tidak dapat menahan gaya geser. Anggapan bahwa suatu fluida tidak viskous sangat menyederhanakan analisa, dan dalam banyak hal membantu penyelesaian persoalan-persoalan teknik yang lebih rumit sebagai pendekatan pertama. Selain itu penyederhanaan demikian masih dapat

diterima selama penyederhanaan tersebut memberikan pedoman untuk memperoleh jawaban yang masuk akal (RIDWAN 1999).

2.3 Hukum Stokes

Viskositas (kekentalan) berasal dari perkataan *viscous* (soedjo, 1986) suatu bahan apabila dipanaskan sebelum menjadi cair terlebih dahulu menjadi *viscous* yaitu menjadi lunak. Dan dapat mengalir pelan-pelan. Viskositas dapat dianggap sebagai gerak di bagian dalam (*internal*) suatu fluida (Budianto 2008).

Jika sebuah benda berbentuk bola dijatuhkan ke dalam fluida kental, misalnya kelereng dijatuhkan ke dalam kolam renang yang airnya cukup dalam, Nampak mula-mula kelereng bergerak dipercepat. Tetapi beberapa saat setelah menempuh jarak cukup jauh, Nampak kelereng bergerak dengan kecepatan konstan (bergerak lurus beraturan). Ini berarti bahwa di samping gaya berat dan gaya apung zat cair masih ada gaya lain yang bekerja pada kelereng tersebut. Gaya ketiga ini adalah gaya gesekan yang disebabkan oleh kekentalan fluida.

Khusus untuk benda berbentuk bola, gaya gesekan fluida secara empiris dirumuskan sebagai persamaan

$$F_s = 6\pi\eta r v \quad (1)$$

Dengan η menyatakan koefisien kekentalan, r adalah jari-jari bola kelereng, dan v kecepatan relatif bola terhadap fluida.

Persamaan (1) pertama kali dijabarkan oleh Sir George Stokes tahun 1845, sehingga disebut huku Stokes.

Dalam pemakain eksperimen harus di perhitungkan beberapa syarat antara lain :

Ruang tempat fluida jauh lebih luas dibanding ukuran bola.

Tidak terjadi turbulen dalam fluida.

Kecepatan v tidak terlalu besar sehingga aliran fluida masih bersifat laminar.

Sebuah bola padat memiliki rapat massa ρ_b dan jari – jari r di jatuhkan tanpa kecepatan awal ke dalam fluida kental memiliki rapat massa ρ_f , di mana $\rho_b > \rho_f$.

Jika ρ_b menyatakan rapat massa bola, ρ_f menyatakan rapat massa fluida, dan V_b menyatakan volume bola, serta g gravitasi bumi maka berlaku persamaan (2) dan (3).

$$W = \rho_b \cdot V_b \cdot g \quad (2)$$

$$F_A = \rho_f \cdot V_b \cdot g \quad (3)$$

Rapat massa bola ρ_b dan rapat massa fluida ρ_f dapat diukur dengan menggunakan persamaan (4) dan (5)

$$\rho_b = \frac{\text{massa bola}}{\text{volume bola}} \quad (4)$$

$$\rho_f = \frac{(m_{gu} + m_f) - m_{gu}}{V_f} \quad (5)$$

Dengan m_{gu} menyatakan massa gelas ukur, m_f massa fluida, V_f volume fluida (Budianto 2008).

2.4 Viscometer Bola Jatuh.

Kekentalan adalah sifat suatu zat cair (fluida) disebabkan karena adanya gesekan antara molekul-molekul zat cair dengan gaya kohesi pada zat cair tersebut. Gesekan-gesekan ini lah yang menghambat aliran zat cair. Besarnya kekentalan zat cair (viskositas) dinyatakan dengan suatu bilangan yang menentukan suatu zat cair (Soebyakto, Sidiq, and Samyono 2016).

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar atau kecilnya gesekan didalam fluida. Pada fluida gas, viskositas terjadi sebagai suatu akibat tumbukan antar mekulul gas. Sedangkan viskositas fluida cair terjadi akibat adanya gaya kohesi antar molekul zat cair.

Setiap lapisan fluida akan memberikan tegangan lapisan geser (σ) sebesar F/A yang seragam. Maka kecepatan geser (γ) pada lapisan fluida di suatu tempat pada jarak y dari bidang tetap dengan tidak adanya tekanan fluida menjadi :

$$\gamma = \frac{dv}{dy} \quad (6)$$

Apabila perbandingan kecepatan geser terhadap regangan geser tersebut tetap maka fluida tersebut merupakan fluida Newtonian. Sedangkan fluida yang koefisien viskositasnya sangat dipengaruhi oleh gradient kecepatan disebut non Newtonian.

$$\sigma = \mu \cdot \gamma \quad (7)$$

Variabel (μ) di atas didefinisikan sebagai viskositas absolut (dinamik) suatu fluida. Satuan viskositas absolut (dinamik) berdasarkan sistem Si adalah sebagai berikut :

$$\mu = \frac{[N/m^2]}{m s^{-1}} = N \frac{s}{m} = \frac{kg}{m} s = Pa \quad (8)$$

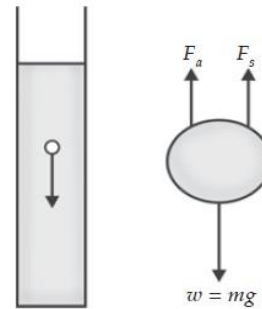
Pada umumnya faktor yang mempengaruhi nilai koefisien viskositas baik fluida newton maupun non newton adalah temperatur. Temperatur memiliki pengaruh besar terhadap nilai koefisien viskositas fluida karena temperatur merubah ikatan molekul fluida (Putri et al. 2013).

Prinsip pengukuran viskometer bola jatuh adalah mengukur waktu tempuh bola pejal yang dijatuhkan secara vertical dalam sebuah tabung gelas yang berisi cairan dalam keadaan diam. Pengukuran nilai koefisien viskositas cairan menggunakan viskometer bola jatuh mengikuti kaedah hukum stokes.

$$Fs = kv\mu \quad (9)$$

Hukum stokes mengatakan bahwa apabila sebuah benda bergerak dengan kecepatan (v) dalam suatu fluida dengan nilai koefisien viskositas tertentu, benda tersebut akan mengalami gaya gesek fluida yang

disebut gaya stokes (F_s). Nilai k merupakan konstanta yang bergantung terhadap bentuk geometri benda. Menurut sir George stokes benda dengan bentuk geometris berupa bola memiliki nilai k sebesar $6\pi r$.



Gambar 1 Yang bekerja pada benda yang bergerak dalam fluida diam

Sumber : <https://fisikazone.com/wp-content/uploads/2015/03/viskositas.jpg>

Ketika bola bergerak dalam fluida yang diam, gaya-gaya yang bekerja pada bola adalah gaya berat (w), gaya apung (F_a) dan gaya gesek akibat viskositas fluida disebut gaya stokes (F_s). Gaya-gaya yang bekerja ditunjukkan pada gambar 1. Bola mula-mula mendapat kecepatan gravitasi. Saat setelah bergerak cukup jauh, bola akan bergerak dengan kecepatan tetap atau kecepatan akhir ini di sebut kecepatan terminal yaitu pada saat gaya berat bola sama dengan gaya apung ditambah gaya gesek cairan atau gaya stokes.

$$\sum F = 0 \quad (10)$$

Hukum Newton I menjelaskan bahwa jika sultan gaya pada suatu benda sama dengan nol maka benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap. Dengan memasukan gaya-gaya yang bekerja pada bola saat bergerak dengan kecepatan tetap didalam cairan yaitu gaya apung (F_a), gaya gesek stokes (F_s) dan gaya berat bola (W) maka persamaan (10) menjadi,

$$F_a + F_s - w = 0 \quad (11)$$

Selanjutnya masing-masing gaya diuraikan,

$$F_f - V_b g + k\mu v - mg = 0 \quad (12)$$

Volume bola (V_b) dapat dihitung dengan rumus,

$$V_b = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (13)$$

Sehingga dengan memasukkan persamaan (13) dan konstanta bola pada gaya gesek Stokes sebesar $6\pi r$ maka persamaan (12) menjadi,

$$\rho_f \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) g + (6\pi r) \mu v - mg = 0 \quad (14)$$

Untuk memperoleh nilai koefisien viskositas (μ) dari penurunan persamaan (14) dapat dilakukan proses perpindahan ruas sehingga diperoleh persamaan (15)

$$\mu = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_b - \rho_f) g}{6\pi r v} = \frac{\frac{2}{9} r^2 g (\rho_b - \rho_f)}{v} \quad (15)$$

Persamaan (15) diatas merupakan persamaan teoretis yang digunakan untuk menghitung nilai koefisien viskositas cairan pada proyek akhir ini. Persamaan (15) terdiri dari variabel gravitasi (m/s^2), densitas bola (kg/m^3), jari-jari bola (m), densitas fluida (kg/m^3) dan kecepatan bola (m/s) (Putri et al. 2013).

Sehingga rumus yang digunakan dalam penelitian ini persamaan (16).

$$\eta = \frac{t \cdot 2 \cdot g \cdot r^2 \cdot (\rho_b - \rho_f)}{9 \cdot Y} \quad (16)$$

Satuan Sistem Internasional (SI) untuk koefisien viskositas adalah $Ns/m^2 = Pa \cdot s$ (pascal sekon). Satuan CGS (centimeter gram sekon) untuk koefisien viskositas adalah $dyne \cdot s / cm^2 = Poise (P)$. viskositas juga sering dinyatakan dalam sentipoise (cP) yang besarnya sperseratus poise. Satuan poise digunakan untuk mengenang seorang ilmuwan perancis, Jean Lois Marie Poiseuille (Yanuary, Asyik Tabah 2014).

3. Metode dan Alat

3.1 Metode penilitan

Metode penelitian ini meliputi tahap desain, perancangan dan pembuatan serta eksperimen pada alat uji viskositas fluida metode bola jatuh.

Pembuatan alat uji viskositas sistem bola jatuh dilakukan di jalan cempaka 13 nomor 6A kelurahan mawar Banjarmasin tengah, dari tanggal 8 s/d 13 Juni 2020. Tempat pengambilan data di desa sungai pinang lama kecamatan sungai tabuk kabupaten banjar, mulai pada tanggal 20 s/d 25 Juli 2020.

3.2 Peralatan dan bahan penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam proses pengujian adalah sebagai berikut.

1. Heater

Digunakan untuk meningkatkan suhu fluida di mana ukuran lebarnya 7 cm.



Gambar 2 Heater

Sumber :Dokumentasi Pribadi

2. Termostat controller.

Digunakan untuk mengatur suhu yang di inginkan.



Gambar 3 Termostat controler

Sumber :Dokumentasi Pribadi

3. Timbangan Digital

Digunakan untuk mengukur massa bola dan fluida yang akan di uji.



Gambar 4 Timbangan Digital
Sumber :Dokumentasi Pribadi

4. Mikrometer.

Digunakan untuk mengukur diameter bola.



Gambar 5 Mikrometer
Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Jam stop watch

Digunakan untuk menghitung bola jatuh pada saat digunakan.



Gambar 6 Jam stop watch
Dokumentasi Pribadi

6. Katrol

Digunakan untuk mempermudah mengambil bolanya kembali.



Gambar 7 Katrol
Dokumentasi Pribadi

7. Meteran

Untuk menghitung tinggi fluida atau jarak dua buah gelang karet.



Gambar 8 Meteran
Dokumentasi Pribadi

8. Gelas ukur dan teko

Gelas ukur di gunakan untuk mengukur jumlah fluida sedangkan teko untuk wadah fluida pada saat menimbang masa fluida.



Gambar 9 Gelas ukur dan teko
Dokumentasi Pribadi

9. Solderan

Untuk menyambungkan kabel pada thermostat.



Gambar 10 Solderan
Dokumentasi Pribadi

3.3 Bahan yang digunakan adalah :

1. Tabung Akrilik

Digunakan untuk wadah penampang fluida yang diuji, dimensi pipa akrilik diameter dalam 5 cm diameter luar 6 cm panjang 120 cm.



Gambar 11 Tabung Akrilik
Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Besi Siku

Digunakan untuk membuat kerangka alat uji dan juga dudukan alat uji yang akan dirancang.



Gambar 12 Besi Siku
Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Bola

Bola digunakan untuk objek yang dijatuhkan ke dalam fluida uji.



Gambar 13 Bola
Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Tali Benang

Fungsinya untuk mengikat bola logam supaya mempermudah pengambilan kembali bola yang telah dijatuhkan.



Gambar 14 Tali benang
Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Batu bata

Fungsinya sebagai tempat pondasi tabung akrilik sekaligus letak elemen pemanas.



Gambar 15 Batu bata
Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Fluida uji

Sebagai bahan penelitian yang akan digunakan.



Gambar 16 Fluida uji
Sumber : Dokumentasi Pribadi

7. Kalsibut.

Digunakan untuk batas penghalat antara tabung dengan paci atau sebagai paking.



Gambar 17 Kalsibut
Sumber : Dokumentasi Pribadi

8. Lem.

Untuk perakit kalsibut, tabung akrilik dengan panci.



Gambar 18 Lem
Sumber : Dokumentasi Pribadi

9. Panci bekas.

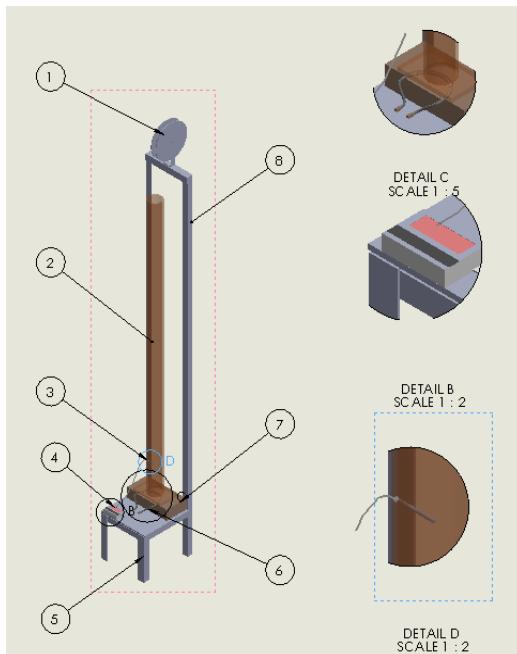
Fungsinya untuk tutup tabung akrilik dengan panjang 11 lebar 9 cm.



Gambar 19 Potongan panci
Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Merancang alat uji viskositas fluida



Gambar 20 Desain alat uji viskositas metode bola jatuh

Sumber : Gambar Pribadi

Keterangan :

1. Katrol
2. Tabung akrilik
3. Sensor temperature
4. Thermostat digital
5. Kaki kerangka depan
6. Elemen peman
7. Batu bata
8. Kerangka

4.2 Membuat alat uji viskositas fluida

Alat uji viskositas fluida dengan metode bola jatuh dapat dilihat pada gambar 21 memperlihatkan rancang bangun sistem pengukuran keseluruhan. Dalam tahap pembuatan mula-mula mengukur besi siku sesuai ukuran yaitu tinggi 155 cm dan lebar 20 cm. kemudian memotong pakai gerinda tangan dilanjutkan mengelas kerangka tadi, kemudian untuk dudukan elemen pemanas menggunakan batu bata yang di pahat kedalaman dan diameternya mengikuti bentuk elemen. Kemudian tutup tabung akrilik bagian bawah menggunakan panci dan kalsibut sebagai paking atau penghalat antara tabung dengan panci kemudian di lem.

Sistem alat uji viskositas fluida ini dilengkapi thermostat dan pemanasan temperatur langsung di tabung akrilik, di mana kabel pada thermostat untuk kabel input di pasang ke stop kontak listrik dan out put nya dipasangkan pada elemen pemanas kemudian sensor temperatur di pasang pada tabung akrilik atau tabung uji, tujuannya mempermudah mengatur suhu yang diinginkan. Cara kerjanya yaitu setelah thermostat di atur pada temperatur yang di inginkan maka elemen pemanas bekerja untuk memanaskan fluida uji dalam tabung dan sensor membaca temperatur suhu fluida yang telah ditentukan setelah mencapai suhu yang telah diatur termostatnya otomatis mati, apabila suhu fluida mengalami penurunan maka thermostat otomatis hidup kembali, angka temperatur dapat dilihat pada layar thermostat.



Gambar 21 Rancang bangun alat ukur viskositas fluida secara keseluruhan
Sumber : Dokumentasi pribadi

Panjang tabung akrilik adalah 120 cm dipotong menggunakan gerinda tangan. Dan proses pengikatan bola menggunakan lem alteko sebagai perekat bola dengan tali benang. Selanjutnya dalam pemasangan katrol yaitu membuat lubang baut dengan bor listrik.

4.3 Analisis Data

1. Analisis viskositas fluida pada temperatur 30° C

Perhitungan kecepatan bola jatuh.
 Diketahui : Tinggi gelang karet pertama dan ke dua (S) = 0,885 m
 Tabel 1. Data pengujian kekentalan fluida pada temperatur 30° C

Percobaan ke -	Diame ter Bola (cm)	Ting gi Tabu ng (m)	Wak tu Bola Jatuh (s)	Kecepat an (m/s)	Viskosi tas (Pa.s)
1	1,342	0,885	2,62	0,33	2,02
2			2,47	0,36	1,91
3			2,56	0,34	1,98
4			2,56	0,34	1,98
5			2,50	0,35	1,93
6			2,59	0,34	2,00
7			2,66	0,33	2,06
8			2,53	0,35	1,95
9			2,47	0,36	1,91
10			2,53	0,35	1,95
Rata – rata					1,969

Hasil penelitian viskositas fluida di peroleh rata – rata terhadap standar deviasinya adalah $(1,969 \pm 0,04)$ Pa.s.

2. Analisis viskositas fluida pada temperatur 40° C

Perhitungan kecepatan bola jatuh.
 Diketahui : Tinggi gelang karet pertama dan ke dua (S) = 0,885 m

Tabel 2. Data pengujian kekentalan fluida pada suhu 40° C

Percobaan ke -	Diame ter Bola (cm)	Ting gi Tabu ng (m)	Wak tu Bola Jatuh (s)	Kecepat an (m/s)	Viskosi tas (Pa.s)
1	1,342	0,885	1,94	0,45	1,50
2			1,62	0,54	1,25
3			1,68	0,52	1,30
4			1,72	0,51	1,33
5			1,65	0,54	1,27
6			1,65	0,54	1,27
7			1,66	0,53	1,28
8			1,66	0,53	1,28
9			1,72	0,51	1,33
10			1,66	0,53	1,28
Rata – rata					1,309

Hasil penelitian viskositas fluida di peroleh rata – rata terhadap standar deviasinya adalah $(1,309 \pm 0,07)$ Pa.s.

3. Analisa viskositas fluida pada temperatur 50° C

Perhitungan kecepatan bola jatuh.
 Diketahui : Tinggi gelang karet pertama dan ke dua (S) = 0,885 m

Tabel 3. Data pengujian kekentalan fluida pada suhu 50° C.

Percobaan ke -	Diame ter Bola (cm)	Ting gi Tabu ng (m)	Wak tu Bola Jatuh (s)	Kecepat an (m/s)	Viskosi tas (Pa.s)
1	1,342	0,885	1,47	0,60	1,13
2			1,43	0,62	1,10
3			1,47	0,60	1,13
4			1,44	0,61	1,11
5			1,41	0,63	1,09
6			1,47	0,60	1,13
7			1,44	0,61	1,11
8			1,44	0,61	1,11
9			1,41	0,63	1,09
10			1,40	0,63	1,08
Rata –rata					1,108

Hasil penelitian viskositas fluida di peroleh rata – rata terhadap standar deviasinya adalah $(1,108 \pm 0,01)$ Pa.s

4. Analisa viskositas fluida pada temperature 60° C

Perhitungan kecepatan bola jatuh.

Diketahui : Tinggi gelang karet pertama dan ke 2 (S) = 0,885 m

Tabel 4. Data pengujian kekentalan fluida pada suhu 60° C.

Percobaan ke -	Diame ter Bola (cm)	Ting gi Tabu ng (m)	Wak tu Bola Jatuh (s)	Kecepat an (m/s)	Viskosi tas (Pa.s)
1	1,342	0,885	1,29	0,68	0,99
2			1,22	0,72	0,94
3			1,30	0,68	1,00
4			1,28	0,69	0,99
5			1,22	0,72	0,94
6			1,22	0,72	0,94
7			1,28	0,69	0,99
8			1,28	0,69	0,99
9			1,22	0,72	0,94
10			1,29	0,68	0,99
Rata -rata					0,971

Hasil penelitian viskositas fluida di peroleh rata – rata terhadap standar deviasinya adalah (0,971 ± 0,02) Pa.s

5. Analisa viskositas fluida pada temperatur 70° C

Perhitungan kecepatan bola jatuh.

Diketahui : Tinggi gelang karet pertama dan ke dua (S) = 0,885 m

Tabel 5. Data pengujian kekentalan fluida pada suhu 70° C.

Percobaan ke -	Diame ter Bola (cm)	Ting gi Tabu ng (m)	Wak tu Bola Jatuh (s)	Kecepat an (m/s)	Viskosi tas (Pa.s)
1	1,342	0,885	1,00	0,88	0,77
2			1,10	0,80	0,85
3			1,00	0,88	0,77
4			1,09	0,81	0,84
5			1,10	0,80	0,85
6			1,00	1,00	0,77
7			1,10	1,10	0,85
8			1,09	0,81	0,84
9			1,09	0,81	0,84
10			1,00	0,88	0,77
Rata -rata					0,815

Hasil penelitian viskositas fluida di peroleh rata – rata terhadap standar deviasinya adalah (0,815 ± 0,03) Pa.s

6. Analisa viskositas fluida pada temperature 80° C

Perhitungan kecepatan bola jatuh

Diketahui : Tinggi gelang karet pertama dan ke dua (S) = 0,885 m

Tabel 6. Data pengujian kekentalan fluida pada suhu 80° C.

Percobaan ke -	Diame ter Bola (cm)	Ting gi Tabu ng (m)	Wak tu Bola Jatuh (s)	Kecepat an (m/s)	Viskosi tas (Pa.s)
1	1,342	0,885	0,94	0,94	0,72
2			0,92	0,96	0,71
3			0,94	0,94	0,72
4			0,94	0,94	0,72
5			0,93	0,95	0,72
6			0,92	0,96	0,71
7			0,93	0,95	0,72
8			0,94	0,94	0,72
9			0,92	0,96	0,71
10			0,92	0,96	0,71
Rata –rata					0,716

Hasil penelitian viskositas fluida di peroleh rata – rata terhadap standar deviasinya adalah (0,716 ± 0,005) Pa.s

7. Analisa viskositas fluida pada temperatur 90° C

Perhitungan kecepatan bola jatuh.

Diketahui : tinggi gelang karet pertama dan ke dua (S) = 0,885 m

Tabel 7. Data pengujian kekentalan fluida pada suhu 90° C.

Percobaan ke -	Diame ter Bola (cm)	Ting gi Tabu ng (m)	Wak tu Bola Jatuh (s)	Kecepat an (m/s)	Viskosi tas (Pa.s)
1	1,342	0,885	0,88	1,00	0,68
2			0,84	1,05	0,65
3			0,90	0,98	0,69
4			0,88	1,00	0,68
5			0,88	1,00	0,68
6			0,90	0,98	0,69
7			0,84	1,05	0,65
8			0,87	1,01	0,67
9			0,90	0,98	0,69
10			0,88	1,00	0,68
Rata –rata					0,676

Hasil penelitian viskositas fluida di peroleh rata – rata terhadap standar deviasinya adalah (0,676 ± 0,01) Pa.s

3.4 Hasil Analisa

Data hasil perhitungan viskositas.

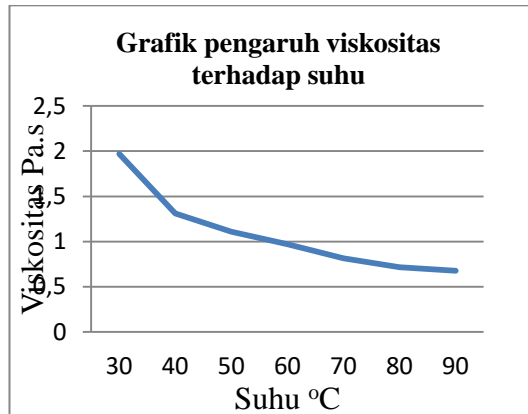
Tabel 8. Data hasil perhitungan viskositas fluida.

No	Suhu (°c)	Viskositas (Pa.s)
1	30	1,969 ± 0,04
2	40	1,309 ± 0,07

3	50	$1,108 \pm 0,01$
4	60	$0,971 \pm 0,02$
5	70	$0,815 \pm 0,03$
6	80	$0,716 \pm 0,005$
7	90	$0,676 \pm 0,01$

Grafik pengaruh suhu terhadap viskositas

Grafik 1. Pengaruh viskositas terhadap suhu.



5. Kesimpulan

Berdasarkan rumusan dan tujuan masalah maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Telah dihasilkan media pembelajaran alat uji viskositas fluida dengan metode bola jatuh dengan tinggi 155 cm lebar 20 cm dengan bahan besi siku dengan ketinggian tabung uji 120 cm. alat uji metode bola jatuh ini merupakan pengembangan dari metode pemanasan fluida secara terpisah menjadi pemanasan fluida secara langsung di dalam tabung uji dan dilengkapi thermostat di pasang langsung di tabung uji sehingga mengontrol dan mengetahui suhu menjadi mudah. Dalam proses pembuatannya langkah awal pembuatan alat yaitu membuat kerangka alat uji dengan ukuran panjang kerangka 155 cm, rangka depan 15 cm dengan lebar 20 cm dilanjutkan dengan pemotongan dan pengelasan. Langkah kedua

pembuatan pada dudukan heater dan tutup tabung akrilik untuk pemanasan fluida uji. Dengan cara memmahat batu bata mengikuti bentuk elemen heater dalamnya 0,5 cm selanjutnya pembuatan tutup tabung dengan menggunakan kalsibut sebagai pakingnya dan panci yang di potong dengan ukuran panjang 11 cm lebar 9 cm dan diberi lem untuk perekatnya. Selanjutnya perakitan thermostat untuk kontrol suhu fluida terdapat tiga kabel yaitu kabel in, out 2 buah dan sensor, memasang kabel in dengan kabel colokan listrik dan kabel jepitan buaya 2 buah untuk di hubungkan ke elemen pemanas dengan cara di solder, kemudian memasang sensor ke tabung akrilik dengan cara di bor mengikuti diameter sensor lalu di lem supaya tidak bocor.

Nilai viskositas fluida oli castrol active 20W-40 berdasarkan penelitian dengan menggunakan rancang bangun alat uji viskositas dengan metode bolajatuah yaitu pada suhu 30°C viskositasnya $1,969 \pm 0,04$ Pa.s, pada suhu 40° C viskositasnya $1,309 \pm 0,07$ Pa.s, suhu 50° C viskositasnya $1,108 \pm 0,01$ Pa.s, suhu 60° C viskositasnya $0,971 \pm 0,02$ Pa.s, suhu 70° C viskositasnya $0,815 \pm 0,03$ Pa.s, suhu 80° C viskositasnya $0,716 \pm 0,005$ Pa.s, dan 90° C viskositasnya $0,676 \pm 0,01$ Pa.s. menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu semakin berkurangnya viskositasnya, sehingga alat ini berfungsi untuk menghitung viskositas fluida. Batas penggunaan proses pemanasan ditabung secara langsung hanya sampai suhu 56° C karena lem tidak bisa menahan akibat dari tekanan oli dan suhu yang tinggi sehingga menyebabkan kebocoran.

Daftar Pustaka

- Budianto, Anwar. 2008. "Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair Dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes." *Seminar Nasional*: 157–66.
- Priangkoso, T., K. Kusdi, and D. Darmanto. 2015. "Perancangan Alat Praktikum Pengujian Kerugian Tekanan Aliran Udara Dalam Pipa." *Jurnal Momentum UNWAHAS* 11(2): 138341.
- Putri, Bias M. L., Sissilia O. Putri, Farida I. Muchtadi, and Faqihza Mukhlis. 2013. "Pembuatan Prototipe Viskometer Bola Jatuh Menggunakan Sensor Magnet Dan Bola Magnet." *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi* 5(2): 101.
- RIDWAN. 1999. *Seri Diktat Kuliah Mekanika Fluida Dasar*. Gunadarma.
- Siregar, J., and J. Sinaga. 2013. "Perancangan Alat Uji Gesekan Aliran Di Dalam Saluran." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA* 1(1): 98787.
- Soebyakto, M. Fajar Sidiq, and Drajat Samyono. 2016. "Nilai Koefisien Viskositas Diukur Dengan Metode Bola Jatuh Dalam Fluida Viskos." *Universitas Pancasakti Tegal* 13(2): 7–10.
- Yanuary, Asyik Tabah, Ramelan. 2014. "Media Pembelajaran Alat Uji Kekentalan Minyak Pelumas Bola Baja Jatuh Bebas Menggunakan Mikrokontroler." 14(2): 17–23.

Lampiran

1. Massa jenis bola.

Tabel Data hasil pengukuran bola.

No	Diameter (cm)	r (cm)	Vb (cm ³)
1	1,341	0,6705	1,26
2	1,343	0,6715	1,26
3	1,342	0,671	1,26
4	1,341	0,6705	1,26
5	1,342	0,671	1,26
6	1,343	0,6715	1,26
7	1,342	0,671	1,26
8	1,343	0,6715	1,26
9	1,342	0,671	1,26
10	1,342	0,671	1,26
Rata-rata		0,671	1,26

Menghitung volume bola.

$$\begin{aligned}V &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,00671 \text{ m})^3 \\ &= 1,26 \times 10^{-6} \text{ m}^3\end{aligned}$$

Pengukuran massa bola.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{9,99 + 9,99 + 9,99 + 9,99 + 9,99 + 9,97 + 9,98 + 9,99 + 9,99 + 9,98}{10} \\ &= 9,986 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$= 0,009986 \text{ kg}$$

Massa jenis bola.

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{\text{massa bola}}{\text{volume bola}} \\ &= \frac{0,009986 \text{ kg}}{1,26 \times 10^{-6} \text{ m}^3} \\ &= 7925,39 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

2. Massa jenis fluida

Diketahui Berat gelas ukur.

193 gr diubah menjadi 0,193 kg

Massa fluida.

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{1977+1976+1976+1977+1976+1976+1976+1976+1976+1976}{10} \\ &= 1976,2 \text{ gr} \\ &= 1,9762 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung jumlah fluida :

Tabel Hasil data pengukuran fluida.

No	Massa fluida (kg)	Banyak fluida (liter)	Volume fluida (m ³)
1	1,9762	2,1	0,0021

Menghitung massa jenis fluida

$$\begin{aligned} \rho_f &= \frac{(m_{gu} + m_f) - m_{gu}}{V_f} \\ &= \frac{(0,193 \text{ kg} + 1,9762 \text{ kg}) - 0,193 \text{ kg}}{0,0021 \text{ m}^3} \\ &= 941,04 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$