

## PEMBUATAN DAN PENGUJIAN VISKOMETER TABUNG

Ridwan<sup>\*)</sup>, Elbi Wiseno<sup>\*)</sup>, Petjo Gangsar Suwargo<sup>\*\*)</sup>

E-mail : [Ridwan@staff.gunadarma.ac.id](mailto:Ridwan@staff.gunadarma.ac.id)

<sup>\*)</sup> Dosen Teknik Mesin Universitas Gunadarma

<sup>\*\*)</sup> Alumni Teknik Mesin Universitas Gunadarma

Viskometer adalah alat untuk mengukur kekentalan suatu fluida. Peran alat viskometer pada proses produksi dalam dunia industri terutama otomotif sangatlah penting, dengan alat viskometer dapat ditentukan viskositas fluida. Yang digunakan untuk membuat alat viskometer tabung dibutuhkan sensor photo elektrik dua buah, timer, tabung akrilik dan penyangga sebagai dudukan timer, sensor dan tempat tabung akrilik. Untuk mengoperasikan alat ini, hubungkan sensor satu ke terminal 6,8,9 yang berada di timer begitu juga sensor dua kita hubungkan ke terminal 7,8,9 dan untuk ke sumber listriknya hubungkan keterminal 4 dan 5, Lalu buat saluran pembuangan fluida dengan cara melubangi bagian bawah tabung akrilik dan juga kotak tempat dudukan timer, setelah dilubangi masukam pipa kedalam kotak dan dihubungkan ke kran sebagai pembuka dan penutupnya. Setelah semua terpasang lalu bisa kita mulai percobaan pertama masukan fluida ke dalam tabung, setelah terisi colokan soket ke sumber arus listrik untuk hidupkan timer setelah hidup masukan bola-bola kedalam tabung yang berisi fluida tadi, ketika bola mengenai sensor pertama maka akan menghidupkan timer dan waktu mulai berjalan, ketika bola mengenai sensor kedua maka timer berhenti pula dan kita dapat memperoleh waktu yang dicari

Kata kunci :

### I. Pendahuluan

Kebutuhan akan penggunaan fluida tentunya sangat penting untuk kelangsungan perusahaan – perusahaan atau pabrik – pabrik yang ada, oleh karena itu kita membutuhkan suatu pengujian apakah fluida yang kita pakai bagus atau tidak untuk digunakan, fluida itu baik atau tidak dapat dilihat dari berbagai aspek, salah satunya dengan mengukur tingkat

viskositasnya atau kekentalannya. Penentuan viskositas suatu fluida itu baik atau tidak dapat ditinjau dari berbagai aspek antara lain: temperatur, tekanan, laju perpindah dan momentum molekul air.

Viscometer merupakan alat untuk menghitung nilai viskositas atau kekentalan suatu fluida. Dalam pembuatan alat viskometer ditujukan

untuk memperoleh waktu agar diperoleh nilai viskositas dari suatu fluida dan material benda yang diujikan. Pada skripsi ini, lebih banyak membahas masalah instalasi viscometer.

Tujuan penulis dalam penulisan ilmiah ini adalah:

1. Untuk melengkapi persyaratan kelulusan di Universitas Gunadarma.
2. Untuk dapat membandingkan dan menerapkan teori – teori yang diperoleh diperkuliahan dengan kenyataan pekerjaan dilapangan.
3. Memberikan pengetahuan proses pembuatan dan perhitungan viscometer fluida.
4. Mengetahui nilai viskositas dari suatu fluida yang diujikan.

## II. Landasan Teori

### 2.1 Definisi Fluida.

Dilihat dari definisinya untuk membedakan zat padat dengan fluida dapat dilihat 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 tegangan geser, dengan kata lain yang dikategorikan sebagai fluida adalah suatu zat yang tidak mampu menahan tekanan geser tanpa berubah bentuk, jadi pengertian dari fluida

adalah suatu zat yang bentuknya dapat berubah terus – menerus akibat adanya suatu gaya geser seberapa pun kecilnya. Pada benda padat, gaya geser menyebabkan terjadinya perubahan bentuk atas deformasi, yang tidak berubah besarnya selama gaya yang bekerja ini besarnya tetap. Akan tetapi baik fluida viskos maupun encer akan mengalami pergerakan antara satu bagian terhadap bagian lainnya bila ada gaya geser yang bekerja padanya. Jadi dapat dikatakan bahwa suatu fluida tidak dapat menahan gaya geser.

### 2.2 Fluida dalam kehidupan sehari – hari

Pipa air, baik yang dialiri air bersih maupun air limbah, sama sekali bukan barang yang aneh. Boleh jadi kita sadar bahwa pipa air minum, misalnya, harus mempunyai diameter yang besar dari harga minimum agar aliran air dikeran – keran dapat mencukupi kebutuhan. Kita mungkin juga terbiasa dengan benturan antara air dan pipa ketika keran air ditutup secara tiba – tiba. Pusaran air yang kita lihat ketika air dalam bak mandi dikeluarkan melalui lubang pembuangannya pada dasarnya sama dengan pusaran tornado atau pusaran air dibalik jembatan. Radiator air atau uap panas untuk memanaskan rumah dan radiator pendingin dalam sebuah mobil bergantung pada aliran fluida agar dapat memindahkan panas dengan efektif.

## 2.3 Beberapa Istilah Dalam Mekanika Fluida.

### 2.3.1 Kerapatan (*density*).

Kerapatan atau *density* memiliki pengertian jumlah atau kuantitas suatu zat pada suatu unit volume *density* yang dapat dinyatakan dalam tiga bentuk:

1. *Mass density* ( $\rho$ )
2. Berat spesifik (*specific weight*)
3. Spesifik *gravity*

### 2.3.2 Kekentalan (*viskositas*).

Viskositas adalah suatu sifat yang menentukan besarnya daya tahan terhadap gaya geser atau dapat didefinisikan sebagai ketahanan terhadap aliran. Viskositas dari suatu fluida dihubungkan dengan tahanan terhadap gaya yang menggeserkan fluida pada lapisan yang satu dengan yang lain.

## 2.4 Konsep Kontinum.

Dalam zat yang bersifat kontinum pada titik sembarang, orang dapat mendefinisikan suatu sifat atau suatu besaran. Zat, walaupun kelihatan kontinu, terdiri dari banyak molekul yang selalu dalam keadaan bergerak atau bertumbukan. Cara dasar dalam menganalisa zat seperti ini tercakup dalam teori kinematika atau mekanika statistik. Dalam soal – soal teknik, perhatian kita terutama kita curahkan pada sifat keseluruhan fluida sebagai suatu zat yang kontinu, dan bukan pada gerakan molekulnya. Walaupun hipotesa tentang fluida kontinu sebenarnya hanya suatu cara untuk memudahkan analisa, akan

tetapi untungnya bahwa ini adalah suatu cara yang baik untuk memecahkan banyak persoalan praktis dimana hanya keterangan *makroskopis* yang diinginkan.

## 2.5 Tegangan Permukaan.

Bila tidak ada pengaruh gravitasi ataupun gaya – gaya luar yang lainnya, suatu partikel cair yang tidak dibatasi oleh dinding – dinding luar akan terbentuk bola yang sempurna, karena adanya gaya tarik diantara molekul cairan.

Di dalam bagian dalam cairan suatu molekul dikelilingi oleh molekul – molekul yang lain, dan rata – rata gaya yang menarik besarnya sama pada segala arah. Tetapi pada permukaan, tidak ada tarikan keluar untuk mengimbangi tarikan dari molekul – molekul didalam partikel cairan, karena molekul – molekul yang menarik keluar ini jumlahnya makin bergerak pada titik – titik yang dekat dengan permukaan.

## 2.6 Gejala Kapiler

Tegangan permukaan menyebabkan terjadinya fenomena lain dimana gaya tegangan permukaan ini penting dan naiknya kolom cair dalam suatu pipa kecil adalah akibat tegangan permukaan dan disebut gejala kapiler. Gejala ini ada hubungannya dengan kapilaritas, kapilaritas ialah gejala naik atau turunnya zat cair ( $y$ ) dalam tabung kapiler yang dimasukkan sebagian ke dalam zat cair karena pengaruh adhesi dan kohesi.

## 2.7 Tekanan Hidrostatik.

tekanan hidrostatik adalah tekanan yang dilakukan oleh cairan dalam keadaan tak bergerak. dengan kata lain tekanan hidrostatik terjadi di bawah fluida cair. Tekanan ini terjadi karena adanya berat air yang membuat cairan tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan sebuah cairan bergantung pada kedalaman cairan di dalam sebuah ruang dan gravitasi juga menentukan tekanan air tersebut.

Cairan yang ditempatkan pada suatu bejana memiliki energi tekanan yang diakibatkan oleh massa jenis cairan, gravitasi dan jarak terhadap titik acuan. Gaya yang bekerja pada dasar sebuah bejana tidak tergantung pada bentuk bejana dan jumlah zat cair dalam bejana, tetapi tergantung pada luas dasar bejana ( $A$ ), tinggi ( $h$ ) dan massa jenis zat cair ( $\rho$ ) dalam bejana.

## 2.8 Tekanan terhadap permukaan.

Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. Satuan tekanan dapat dihubungkan dengan satuan volume (isi) dan suhu. Semakin tinggi tekanan di dalam suatu tempat dengan isi yang sama, maka suhu akan semakin tinggi. Sebagai contoh hal ini dapat digunakan untuk menjelaskan mengapa suhu di pegunungan lebih rendah dari pada di dataran rendah, karena di dataran rendah tekanan lebih tinggi. Contoh lain rumus dari tekanan dapat juga digunakan untuk menerangkan mengapa pisau yang diasah dan

permukaannya menipis menjadi tajam. Semakin kecil luas permukaan, dengan gaya yang sama akan dapatkan tekanan yang lebih tinggi.

## 2.9 Karakteristik pada aliran fluida.

Aliran fluida memiliki karakteristik antara lain:

- a). *Steady Flow* (tunak)
- b). *Uniform Flow* (seragam)
- c). *Non Steady Flow*
- d). *Non Uniform Flow*
- e). *Non steady uniform flow*
- f). *Non steady non uniform flow*
- g). *Compressible flow*
- h). *Incompressible flow*

## 2.10 Jenis – jenis aliran fluida.

Tipe aliran pada fluida dibedakan atas pergerakan partikel dalam fluida tersebut, yaitu aliran laminar dan *turbulen*. Pada aliran laminar partikel – partikel dalam fluida bergerak disepanjang lintasan lurus, sejajar dalam lapisan – lapisan. Ciri aliran yang demikian adalah kecepatan yang rendah, dimensi linier yang kecil dan viskositas yang besar. Sedangkan pada aliran *turbulen* partikel – partikel fluida bergerak secara acak kesegala arah. Ciri aliran ini mempunyai kecepatan tinggi, dimensi linier yang besar dan waktu viskositas yang rendah.

## 2.11 Penurunan Tekanan.

Pada suatu aliran dalam pipa, tekanan fluida yang dihasilkan tidaklah

selalu konstan. Faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan ini adalah:

- \* Viskositas cairan.
- \* Panjang pipa.
- \* Tipe dan kecepatan aliran.

## 2.12 Minyak Pelumas.

Salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengetahui kualitas minyak pelumas adalah viskositas. Proses pergantian minyak pelumas mesin secara konvensional yang menggunakan pedoman jarak tempuh dan waktu pemakaian dirasa masih kurang akurat. Sehingga diperlukan suatu alat ukur viskositas yang dapat memantau kualitas minyak pelumas secara kontinyu pada saat mesin dijalankan untuk memperoleh waktu yang tepat dalam mengganti minyak pelumas.

### 2.12.1 Standarisasi Pelumas.

Standarisasi minyak pelumas untuk mesin kendaraan bermotor untuk pertama kali dilakukan oleh, *Society of Automotif Engeneering (SAE)* pada tahun 1911 dengan kode SAE J300.

### 2.12.2 Fungsi Pelumas.

Semua jenis oli pada dasarnya sama. Yakni sebagai bahan pelumas agar mesin berjalan mulus dan bebas gangguan. Sekaligus berfungsi sebagai pendingin dan penyekat. Oli mengandung

lapisan-lapisan halus, berfungsi mencegah terjadinya benturan antar logam dengan logam komponen mesin seminimal mungkin, mencegah goresan atau keausan.

### 2.12.3 Jenis - jenis Pelumas.

Jenis – jenis pelumas atau oli dapat dilihat dari bahan yang digunakan, berikut adalah jenis – jenis oli:

1. Oli Mineral.
2. Oli Sintetis.

### 2.12.4 Kontaminasi Oli.

## 2.13 Definisi, Fungsi, Tujuan dari Viskometer.

model viskometer yang umum digunakan berupa viskometer peluru jatuh, tabung (pipe kapiler) dan system rotasi. pengetahuan tentang alat ini memang masih dapat dikatakan cukup jarang oleh karena itu penulis berusaha mendapatkan materi atau landasan teori sebanyak

Untuk membuat alat viskometer ini, dibutuhkan beberapa komponen – komponen diantaranya:

- a. Tabung atau Pipa dari *aclylric*
- b. Sensor *Fotoelektrik*.
- c. *Timer Counter*.

## 2.14 Macam – macam Viskometer.

### 2.14.1 Viskosimeter kapiler (Viskometer Ostwald)

### 2.14.2 Viskometer bola jatuh ( viskometer *Hoeppler* )

2.14.3 Viskometer “Cup dan Bob” ( Brookfield, Viscotester)

III SETUP ALAT

2.14.4 Viskometer Cone and Plate ( Viskometer Ferranti-Shirley)

3.1 Gambar Instalasi Viskometer.

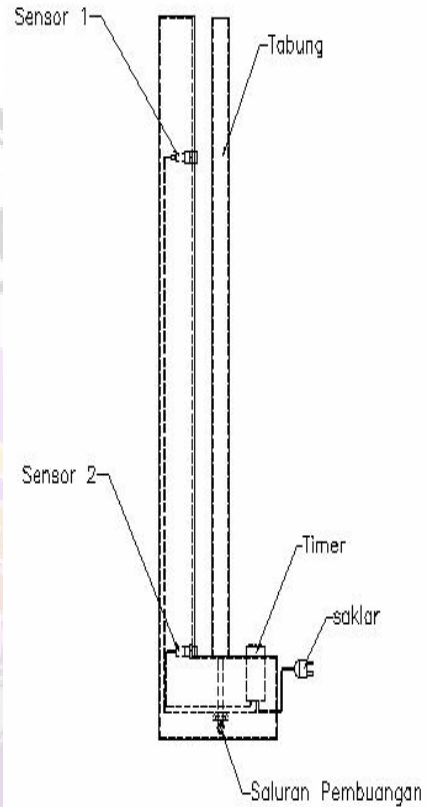
2.15 Definisi Faktor Gesek.

Aliran tetap pada fluida yang koston  $\rho$  dapat dibagi menjadi dua bagian: (a) aliran fluida didalam suatu saluran yang lurus dari penampang yang melintang; (b) aliran fluida di sekitar suatu obyek menyelam yang mana mempunyai suatu poros atau suatu wahana simetri paralel untuk menunjukan arah dari kecepatan suatu fluida.

2.15.1. Faktor Gesek Untuk Aliran Di Dalam Tabung.

2.15.2 Faktor Gesek Untuk Arus Di Sekitar Lapisan.

2.15.3. Faktor Friksi Pada Kolom Yang Dikemas.



Gambar 3.1. Instalasi Viskometer.



Gambar 3.2. instalasi pemasangan sensor ke timer

Untuk mengoperasikan alat ini, hubungkan sensor satu ke terminal 6,8,9 yang berada di timer begitu juga sensor dua kita hubungkan ke terminal 7,8,9 dan untuk ke sumber listriknya hubungkan ke terminal 4 dan 5, Lalu buat saluran pembuangan fluida dengan cara melubangi bagian bawah tabung akrilik dan juga kotak tempat dudukan timer, setelah dilubangi masukan pipa kedalam kotak dan dihubungkan ke kran sebagai pembuka dan penutupnya. setelah semua terpasang lalu bisa kita mulai percobaan pertama masukan fluida ke dalam tabung, setelah terisi colokan soket ke sumber arus listrik untuk hidupkan timer setelah hidup masukan bola-bola kedalam tabung yang berisi fluida tadi, ketika bola mengenai sensor pertama maka akan menghidupkan timer dan waktu mulai berjalan, ketika bola mengenai sensor kedua maka timer berhenti pula dan kita dapat memperoleh waktu yang dicari.

Pada gambar 3.1 menerangkan tentang Gambar instalasi viskometer yang penulis buat, yang menerangkan bahwa pada gambar diatas terdapat beberapa komponen penting diantaranya:

1. Sensor Fotoelektrik.
2. Timer counter.
3. Tabung atau Pipa.

### 3.2 Gambar Viskometer.



**Gambar 3.3. Viskometer**

### 3.3 Komponen, Gambar dan fungsi dari Viskometer.

#### 3.3.1 Tabung akrilik

Tabung atau Pipa berfungsi sebagai tempat dari fluida yang akan diuji, ukuran dan besar diameter dari tabung atau pipa ini telah ditentukan sebelumnya. Tabung diatas memiliki panjang keseluruhan  $\pm 110\text{cm}$ , diameter keseluruhan  $\pm 5\text{cm}$ , diameter dalam tabung  $\pm 4,7\text{ cm}$ , tinggi

fluida  $\pm 95\text{cm}$  dan tinggi sensor  $\pm 90\text{ cm}$  memiliki bahan dasar akrilik.



**Gambar 3.4. Tabung Aklirik**



**Gambar 3.5. Dimensi dari Tabung krilik**

### 3.3.2 Sensor Foto elektrik Omron E3F3- D12

Sensor foto elektrik atau optical sensor yang terpasang pada viskometer, digunakan untuk mengetahui objek. Suatu sensor dibagi dalam dua sub sistem yaitu:

1. *Optical transmitter.*
2. *Optical receiver.*

Dalam mendekati objek optical sensor atau sensor fotoelektrik dibagi dalam tiga formasi yaitu:



1. *Oppsed sensing* yaitu, *transmitter* dan *receiver* dirangkai sejajar tanpa harus adanya *reflektor* dan benda kerja yang bergerak melalui *transmitter* dan *receiver*.
2. *Retroreflecting sensing* yaitu, cahaya dari *transmitter* dipantulkan, dengan menggunakan *reflektor*, kemudian diterima oleh *receiver* yang letaknya disusun membentuk sudut, dengan *reflektor* dan objek yang bergerak melalui cahaya antar *reflektor* dengan *transmitter* dan *receiver*.
3. *Diffuce sensing* yaitu, cara kerjanya mirip dengan *retroreflecting sensing*, tetapi yang bekerja sebagai *reflektor* adalah objek itu sendiri.

Dari viskometer yang dibuat, penulis memakai sensor *Omron* dengan Tipe E3F3- D12, yang dibuat tahun 2004 asal Cina. Sensor ini memiliki tingkat sensitifitas yang cukup tinggi, kemampuan menangkap objek pun bisa dilakukan dengan jarak  $\pm 2m$  dan hanya benda yang terbuat dari metal atau logam saja yang dapat tertangkap olehnya. Pada alat viskometer yang penulis buat sensor foto elektrik yang digunakan sebanyak dua buah yang masing – masing mempunyai fungsi yang berbeda – bedain, sensor foto elektrik yang pertama berfungsi sebagai penangkap objek yang dihubungkan dengan *timer counter* sehingga timer dapat berjalan, sedangkan sensor foto elektrik

yang kedua berfungsi sebagai penangkap objek sehingga *timer* dapat berhenti.



**Gambar 3.6. Sensor Foto elektrik atau Optical Sensor**

Sensor foto elektrik berfungsi untuk menangkap adanya gerakan pada objek berupa benda jatuh yang dilepaskan dari atas tabung. Sensor pada Gambar 3.1 terdapat dua buah sensor. Sensor 1 berfungsi untuk menangkap objek berupa benda jatuh yang kemudian menjalankan *timer*. Sensor 2 berfungsi untuk menangkap objek berupa benda jatuh kemudian mematikan *timer*. Sensor diatas memakai sensor bermerk *Omron* dengan Tipe E3F3- D12, yang dibuat tahun 2004 asal Cina.

# OMRON

**Model**

**E3F3-** □ □ □ □

**PHOTOELECTRIC SWITCH**

**INSTRUCTION MANUAL**

© OMRON Corporation 2004  
All Rights Reserved

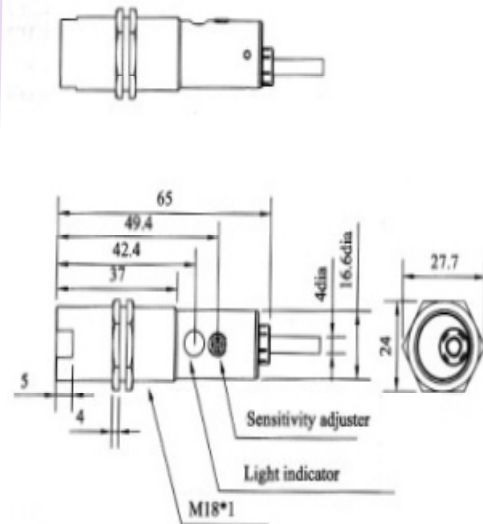
4309481-0C

**Gambar 3.7. Manual book Omron Photo electric**

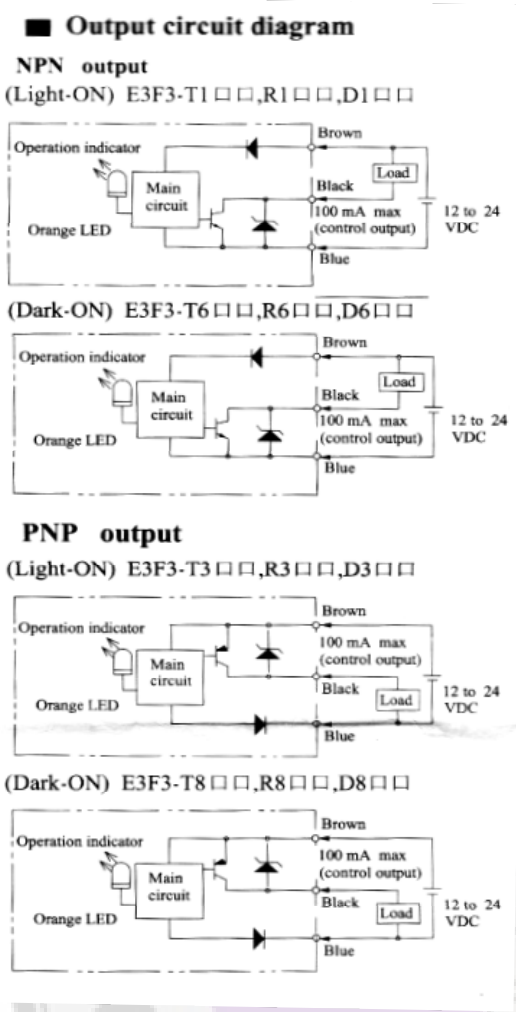
**Tabel 3.1. Spesifikasi Omron E3F3-D12**

Type	E3F3				
	-T□1	-R□1	-R□2	-D□1	-D□2
	-T□1M	-R□1M	-R□2M	-D□1M	-D□2M
Sensing method	Separate through beam	Retro-reflective without M.S.R function    with M.S.R function		Diffuse reflective Without sens. adjust.    With sens. adjust.	
Power supply voltage	12to 24VDC ± 10%,P-P10%				
Current consumption	45mA max	25mA max		25mA max	
Rated sensing distance	5m	3m	2m	10cm	30cm
Standard object	Opaque 11mm min	Opaque 56mm min		10*10cm,white mat	
Operating angle	3° to 20°	3° to 20°		—	
Differential travel (Hysteresis)	—			20%max	
Response time	1 ms max				
Control output	Open collector .max. 100mA,residual voltage:max. 1V at 100 mA(for PNP and NPN)				
Power reset time	100 ms max.				
Ambient illumination	Incandescent lamp: illumination on optical spot: 3000 lx max. Sunlight: illumination on optical spot: 10000 lx max.				
Ambient temperature	Operating: -25° C to 55° C (with no icing) Storage: -30° C to 70° C (with no icing)				
Ambient humidity	Operating: 45% to 85% RH Storage: 35% to 95% RH				
Insulation resistance	20MΩ min. (at 500 VDC) between current carrying parts and case				
Dielectric strength	1000 VAC, 50/60 Hz, 1 min. between current carrying parts and case				
Enclosure rating	IEC 60529 IP66				

**E3F3-D□ 2M**



**Gambar 3.8. Dimensi Omron E3F3- D12**



**Gambar 3.9. Output circuit diagram.**

**3.3.3 Timer Counter CT4S Series**

Peralatan timer digunakan pada proses industri pada berbagai jenis konfigurasi pada berbagai jenis bidang seperti *mechanical*, *pneumatic*, motor penggerak, viskometer dan elektronik. *Counter* dapat berupa counter mekanik, elektrik dan digital elektrik. *Counter* tidak dapat mereset secara otomatis keposisi awal proses kerja secara otomatis, melainkan harus dilakukan secara manual dengan meresetnya secara terus –

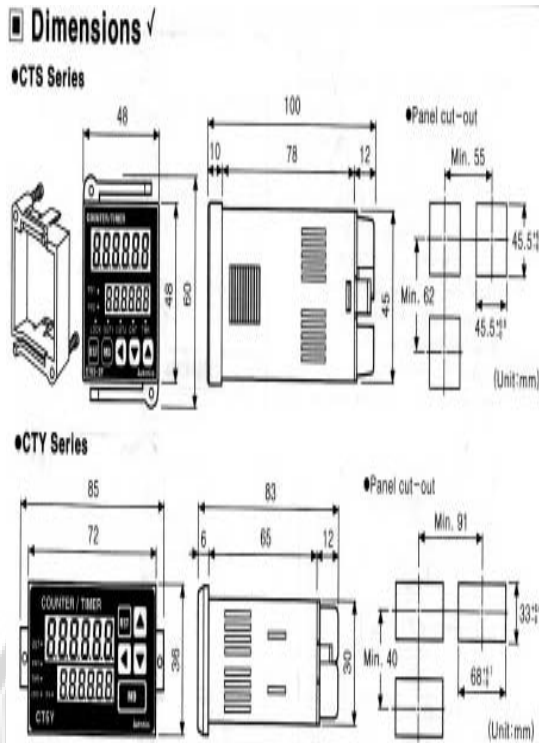
menerus. Pada *counter* kita memerlukan alat tambahan untuk meresetnya kembali, *counter* dapat menghitung bertambah dan berkurang, tergantung dari rangkaian yang digunakan.

Kali ini penulis menggunakan *timer counter* jenis *CT4S SERIES* yang dibuat oleh *Autonics*, dibuat oleh Korea pada tahun 2003. *Timer counter* ini bertipe digital elektrik.

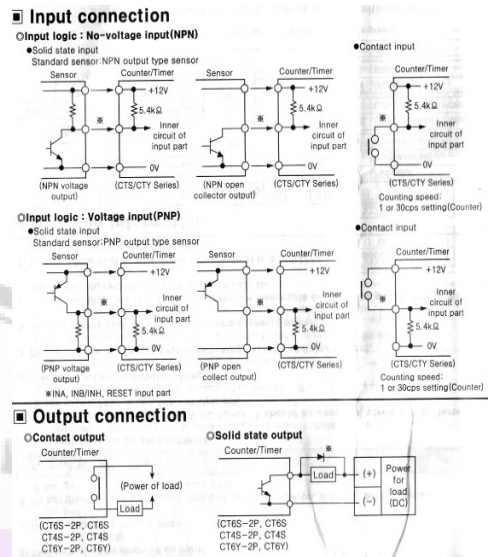
*Timer counter* berfungsi sebagai pencatat waktu yang dibutuhkan benda untuk sampai ke dasar tabung atau pipa dengan viskositas yang telah ditentukan. Dan memiliki tipe digital elektrik. *Timer counter* diatas memiliki tipe CT4S Series buatan Korea.



**Gambar 3.10. Timer Counter**



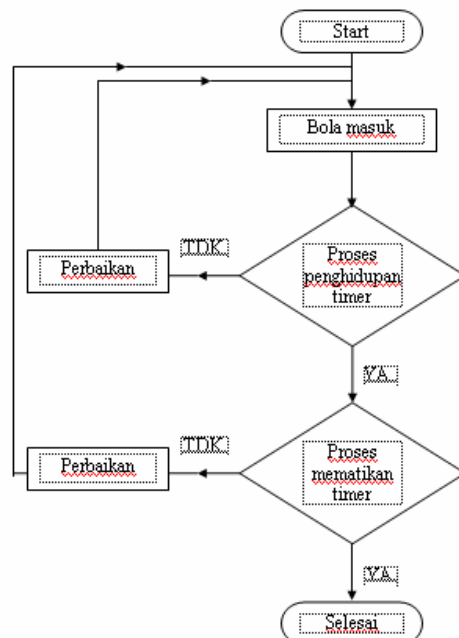
Gambar 3.11. Dimensi dari CTS4 SERIES



Gambar 3.12. Input dan Output connection Timer ounter CT4S Series

3.4 Diagram secara umum

Specifications		CTS		CTY
Series		4	6	6
Digit		4	6	6
Model	Single preset	CT4S	CT6S	CT6Y
	Double preset	CT4S-2P	CT6S-2P	CT6Y-2P
Indicator			CT6S-I	CT6Y-I
Power supply	AC power	100-240VAC 50/60Hz		
	AC/DC power	24-60VAC 50/60Hz, 24-60VDC		
Allowable voltage range		90 to 110% of rated voltage(AC power type)		
Power consumption	AC power	Approx. 7VA(240VAC 50/60Hz)		
	AC/DC power	Approx. 7VA(24VAC 50/60Hz) Approx. 4W(24VDC)		
CPS of INA, INB		Selectable T / 30 / 1k / 5k / 10kcps		
Min. input signal width	Counter	Reset input : Selectable 1ms or 20ms		
	Timer	INA, INH, Reset signal : Selectable 1ms or 20ms		
Input	Selectable voltage input or No-voltage input (Voltage input) Input impedance: 5.4kΩ, "H" level : 0-20VDC (No-voltage input) Short-circuit impedance : Max. 1kΩ, Residual voltage : Max. 2VDC, Open-circuit impedance : Min. 100kΩ			
	One-shot output	10 / 50 / 100 / 200 / 500 / 1000 / 2000 / 5000ms		
Control output	Con-tact	Type	Single preset type : SPDT(1c) Double preset type : SPST(1a) for First & second output	
	Capacity	NO : 250VAC 3A resistive load, NC : 250VAC 2A resistive load		
Solid state	Type	Single preset type : 1NPN open collector(OUT) Double preset type : 1NPN open collector(OUT2)		
	Capacity	30VDC Max. 100mA Max.		
Memory retention		10 years		
External sensor power	Repeat error	12VDC ±10%, 100mA Max.		
	Set error	Power ON start : ±0.01% ±0.05sec Signal start : ±0.01% ±0.03sec		
	Voltage error			
	Temperature error			
Insulation resistance		Min. 100MΩ (at 500VDC)		
	Dielectric strength	2000VAC 50/60Hz for 1 minute		
Noise strength(AC power)		±2kV the square wave noise(pulse width:1μs) by the noise simulator		
Vibration	Mechanical	0.75mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz in each of X, Y, Z directions for 10 minutes		
	Malfunction	0.5mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz in each of X, Y, Z directions for 10 minutes		
Shock	Mechanical	300m/s <sup>2</sup> (Approx. 30G) 3 times at X, Y, Z direction		
	Malfunction	100m/s <sup>2</sup> (Approx. 10G) 3 times at X, Y, Z direction		
Relay	Mechanical	Min. 10,000,000 times		
life cycle	Electrical	Min. 100,000 times(NO:250VAC 3A resistive load, NC:250VAC 2A resistive load)		
Ambient temperature		-10 to 55°C (at non-freezing status)		
Storage temperature		-25 to 65°C (at non-freezing status)		
Ambient humidity		35 to 85%RH		
Protection		IP65(Front panel only)		
Weight	AC power	CT4S : Approx. 155g CT4S-2P : Approx. 162g	CT6S : Approx. 155g CT6S-2P : Approx. 162g CT6S-I : Approx. 136g	CT6Y : Approx. 160g CT6Y-2P : Approx. 163g CT6Y-I : Approx. 127g
	AC/DC power	CT4S : Approx. 152g CT4S-2P : Approx. 159g	CT6S : Approx. 152g CT6S-2P : Approx. 159g CT6S-I : Approx. 133g	CT6Y : Approx. 154g CT6Y-2P : Approx. 167g CT6Y-I : Approx. 130g
Approval		UL (100-240VAC 50/60Hz), CE		



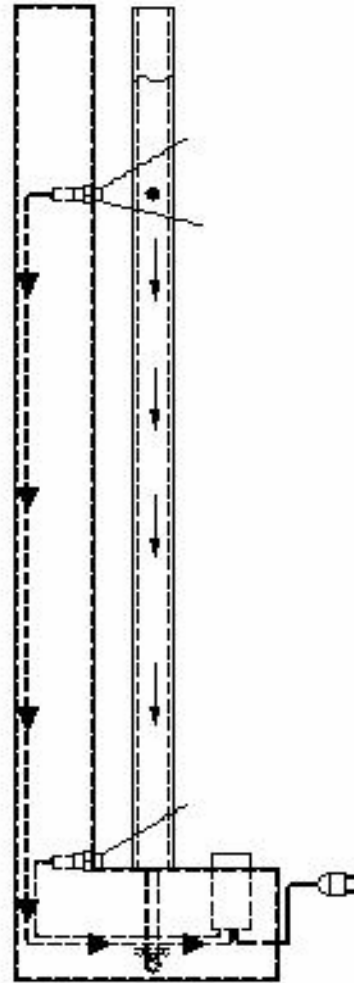
Gambar 3.13. Diagram secara umum.

### 3.5 Proses kerja viskometer

Viskometer adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur kekentalan atau viskositas dari suatu fluida. Proses kerja viskometer yang penulis buat cukup sederhana, pertama benda kerja berupa bola yang terbuat dari bahan yang telah ditentukan dijatuhkan kedalam tabung yang telah diisi fluida dengan viskositas atau kekentalan yang telah penulis tentukan, kemudian bola tersebut atau benda kerja tersebut melewati sensor foto sensorik yang pertama, pada sensor foto sensorik yang pertama, sensor menangkap objek berupa benda atau bola yang telah ditentukan tadi dan mengirim sinyal – sinyal menuju *timer*, menyebabkan timer mulai menghitung waktu sepanjang tinggi dari tabung atau pipa. Proses selanjutnya bola atau benda kerja tadi akan melanjutkan perjalanannya hingga menyentuh sensor fotoelektrik yang kedua, pada sensor foto sensorik yang kedua ini, sensor kembali menangkap objek berupa benda atau bola dan dilanjutkan kembali mengirim sinyal – sinyal menuju timer, menyebabkan *timer* memberhentikan proses perhitungan kemudian proses kerja viskometer pun selesai.

Proses kerja viskometer mempunyai beberapa proses penting:

1. Pada saat benda atau bola menyentuh sensor foto elektrik yang pertama sehingga menyebabkan *timer* mulai melakukan proses perhitungan. (lihat Gambar 3.14)
2. Pada saat benda atau bola menyentuh sensor foto elektrik yang kedua sehingga menyebabkan *timer* memberhentikan proses perhitungan. (lihat Gambar 3.15)



Gambar 3.14. Proses perhitungan timer pada sensor 1

1. Pada saat benda atau bola menyentuh sensor foto elektrik yang pertama sehingga menyebabkan *timer* mulai melakukan proses perhitungan. (lihat Gambar 3.14)



**Gambar 3.15. Proses pemberhentian timer pada sensor 2**

### 3.6 Kendala – kendala yang dapat timbul pada viskometer

Pada proses pengujian dengan menggunakan viskometer penulis memiliki beberapa kendala – kendala yang timbul pada saat proses pengambilan data dengan menggunakan viskometer:

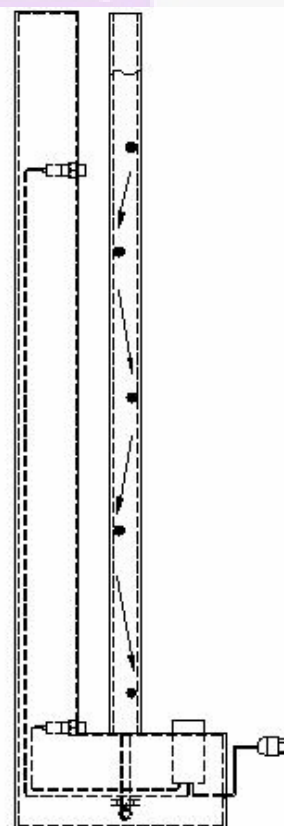
1. Sensor foto elektrik tidak menangkap objek.

Sensor yang penulis pakai mempunyai jarak  $\pm 10\text{cm}$ , jika dilihat dari jarak yang ada memang memiliki jarak yang cukup jauh untuk menangkap objek, namun apabila benda kerja yang diuji

memiliki kecepatan yang cukup cepat dan ukuran yang tidak terlalu besar terkadang sensor foto elektrik tidak dapat menangkap objek yang bergerak.

2. Benda yang diuji jatuh tidak sesuai dengan yang kita inginkan, sehingga waktu menjadi tidak akurat.

Kendala yang seperti ini memang cukup banyak penulis temukan sehingga waktu menjadi tidak akurat dan terkadang pengukuran harus dilakukan kembali, penyebab terjadinya karena pada saat benda kerja dilepas untuk pertama kalinya. Lihat Gambar 3.16.



**Gambar 3.16. Benda kerja tidak berjalan normal**

3. *Timer* tidak berjalan dikarenakan sensor foto elektrik tidak menangkap objek.

*Timer* merupakan *output* hasil penangkapan objek dari sensor foto elektrik yang bekerja, apabila sensor foto elektrik tidak menangkap objek atau benda kerja berjalan seperti pada Gambar 3.9 maka *timer* tidak akan berjalan.

### 3.7 Benda uji

Pada proses pengambilan data dengan menggunakan viskometer, penulis tentunya menggunakan beberapa benda yang dibutuhkan untuk proses pengambilan data. Berdasarkan ketentuan bahwa diameter benda uji yang diizinkan, yaitu benda kerja harus memiliki ukuran  $\frac{1}{8}$  x diameter tabung, dimana penulis menggunakan tabung dengan ukuran  $\pm 5$ cm maka diameter maksimum yang diizinkan  $\pm 0,6$ cm. Benda atau alat yang penulis gunakan untuk menguji diantaranya:

1. Bola yang terbuat dari logam (aluminium) dengan  $\theta \pm 0,6$ cm.
2. Fluida (pelumas) dengan kekentalan SAE 40.

#### 3.7.1 Logam atau bola yang digunakan pada proses pengambilan data

Berdasarkan dari ketentuan diatas bahwa bola yang diizinkan untuk

dilakukannya pengujian yaitu  $\frac{1}{8}$  x

diameter tabung, dimana tabung memiliki ukuran  $\pm 5$ cm dan memiliki diameter maksimum bola yang diizinkan  $\pm 0,6$ cm. Bola yang penulis lakukan pengujian terbuat dari logam (aluminium) dengan ukuran  $\theta \pm 0,6$ cm yang berfungsi untuk membedakan waktu yang akan diperoleh pada saat proses pengambilan data, karena setiap diameter memiliki massa yang berbeda sehingga waktu yang diperoleh akan berbeda.

**Tabel 3.3. Standar Komposisi Unsur Bola Yang Digunakan**

No.	Unsur	Standar ADC12S
1.	Tembaga (Cu)	1,5 – 3,5
2.	<b>Silikon (Si)</b>	<b>9,6 – 12,0</b>
3.	Magnesium (Mg)	Max 0,3
4.	Seng (Zn)	Max 1,0
5.	<b>Ferro (Fe)</b>	<b>Max 1,3</b>
6.	Mangan (Mn)	Max 0,5
7.	Nikel (Ni)	Max 0,5
8.	Timah (Sn)	Max 0,3
9.	Khrom (Cr)	0,3
10.	Titanium (Ti)	0,2

### Sifat-sifat mekanis ADC12 dan ADC12 S

Tegangan tarik (*Tensile strength*)

: 30,2 kg / mm<sup>2</sup>

*Yield point* (0,2 % Deformasi)

: 19,0 %

Presentase Regangan (*Elongation*

*Percentage, in point of 5 cm*) : 20 %

Tegangan Geser (*Shearing Strength*)

: 19,4 kg / mm<sup>2</sup>

Tegangan Kelelahan (*Fatigue strength*)

: 3,4 kg / mm<sup>2</sup>

Sifat Fisis ADC 12 S

: 2,7 Gr / cm<sup>3</sup> untuk padat

Gravitasi spesifik (*specific gravity*)

: 2,4 Gr / cm<sup>3</sup> untuk cair

Titik lebur (*Melting point*)

: 580 °C

Konduktifitas Panas (*Thermal conductivity*)

: 0,23 CGS.

Koefisien Ekspansi Panas(*coefficient of thermal Expansion*) dalam (20-200 C)

Deg

: 21 x 10<sup>-6</sup> °C

Daya Hantar Listrik (*Electric conductivity*)

: 23 %

### 3.7.2 Fluida (Oli) yang digunakan pada proses pengambilan data.

Pada bab II penulis telah membahas sedikit mengenai fluida, dimana fluida yang dipakai disini adalah minyak pelumas. Setiap pelumas memiliki SAE (*Society of Automotive Engineers*) yang berbeda – beda dan ini lah yang akan penulis tentukan pada saat pengujian atau

pengambilan data akan diambil. Penulis memakai minyak pelumas dengan SAE 40, yang diproduksi oleh Pertamina dan shell. SAE (*Society of Automotive Engineering*) mempengaruhi tingkat kekentalan dari suatu minyak pelumas. Bila pada kemasan oli tersebut tertera angka SAE 5W-30 berarti 5W (*Winter*) menunjukkan pada suhu dingin oli bekerja pada kekentalan 5 dan pada suhu terpanas akan bekerja pada kekentalan 30.

Tetapi yang terbaik adalah mengikuti viskositas sesuai permintaan mesin. Umumnya, mobil sekarang punya kekentalan lebih rendah dari 5W-30 . Karena mesin belakangan lebih *sophisticated* sehingga kerapatan antar komponen makin tipis dan juga banyak celah-celah kecil yang hanya bisa dilalui oleh oli encer. Tak baik menggunakan oli kental (20W-50) pada mesin seperti ini karena akan mengganggu debit aliran oli pada mesin dan butuh semprotan lebih tinggi.

Sebagai contoh dibawah ini adalah tipe Viskositas dan ambien temperatur dalam derajat Celcius yang biasa digunakan sebagai standar oli di berbagai negara/kawasan.

1. 5W-30 untuk cuaca dingin seperti di Swedia
2. 10W-30 untuk iklim sedang seperti dikawasan Inggris
3. 15W-30 untuk Cuaca panas seperti dikawasan Indonesia



#### IV DATA DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Perhitungan Data Dan Analisa Viskositas Oli SAE 40

Pengujian viskositas oli SAE 40 yang dilakukan pada pipa aklirok Diameter 50 mm (1,96 inci) dengan diameter dalam tabung 47 mm (1.85 inci) dengan tinggi pipa aklirok 110 cm dan tinggi fluida oli 1,03 cm dan jarak antara sensor pertama dan sensor kedua 90 cm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bola yang terbuat dari alumunium dengan diameter 0,6 cm yang dijatuhkan kedalam fluida oli mesran dengan SAE 40 dan oli shell advance vsx SAE 40. Sebelum kita melakukan pengambilan data terlebih dahulu fluida oli ditimbang, lalu dimasukan kedalam pipa aklirok setinggi 1,03 cm dengan menggunakan gelas ukur. Setelah itu sensor dihidupkan dengan menghubungkan saklar ke stop kontak lalu bola yang terbuat dari aluminium dijatuhkan kedalam tabung aklirok yang berisi fluida oli. Ketika bola yang terbuat dari alumunium masuk kedalam fluida oli dan mengenai atau menyentuh sensor pertama maka *timer* mulai hidup dan mulai menghitung waktu. Dan ketika bola mengenai atau menyentuh sensor kedua maka *timer* akan memberhentikan waktunya. Ketika *timer* berhenti maka kita akan mendapatkan waktunya, setelah kita mendapatkan waktunya maka kita dapat memulai mencari nilai viskositas.

##### 4.2. Hasil Perhitungan Data Analisa Viskositas Oli Mesran SAE40

Data yang diketahui sebagai berikut:

- Diameter pipa aklirok: diameter luar 50 mm (1,96 inci) dan diameter dalam 47 mm (1,85 inci).
- Tinggi fluida oli pada saat pengujian : 1,03 cm.
- Diameter bola : 0,6 cm.
- Oli mesran : SAE 40.
- Oli shell advance vsx : SAE 40
- Tinggi tabung aklirok : 110 cm
- Massa oli : 1.35 kg
- Volume oli : 1720 cc

Dari data-data yang sudah diketahui diatas, maka kita dapat menghitung data-data dibawah ini:

- Perhitungan oli mesran SAE 40.  
Diketahui :  $t = 7.36 \text{ s}$   
 $L = 103 \text{ cm} = 1,03 \text{ m}$   
 $D = 0,6 = 0.006 \text{ m}$   
 $M = 1,35 \text{ kg}$   
 $V = 1720 \text{ cc} = 1,72$   
 $L = 0,00172 \text{ m}^3$   
 $\rho = 784,88 \text{ kg/m}^3$   
 $T = 29^\circ \text{ C}$

Ditanya :  $RE = \dots\dots\dots?$   
 $Fk = \dots\dots\dots?$   
 $v = \dots\dots\dots?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab } \rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{1,35}{0,00172} \\ &= 784,88 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Re} &= \frac{V \times D \times \rho}{\mu} \\ &= \frac{0,13 \times 0,006 \times 784,88}{0,024} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{m}{l \times t} \\ &= \frac{1,35}{1,03 \times (7,36)^2} \\ &= \frac{1,35}{1,03 \times (54,16)} \\ &= \frac{1,35}{55,78} \\ &= 0,024 \text{ kg/m s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,612}{0,024} \\ &= 25,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_k &= \pi r^2 (1/2 \times \rho \times v^2) \times \left(\frac{24}{\text{Re}}\right) \\ &= 3,14 \times (0,0003)^2 \times (1/2 \times 784,88 \times \\ &\quad (0,13)^2 \times \left(\frac{24}{25,5}\right)) \\ &= 3,14 \times (0,000009) \times (1/2 \times 784,88 \\ &\quad (0,0169) \times (0,94)) \\ &= 0,00028 \times (6632) \times (0,94) \\ &= 0,000191 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{Re} = \frac{V \times D \times \rho}{\mu}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\mu}{\rho} \\ &= \frac{0,024}{784,88} \\ &= 3,05^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{l}{t} \\ &= \frac{1,03}{7,36} \\ &= 0,13 \text{ m/s} \end{aligned}$$

#### 4.2.1. Tabel Hasil Perhitungan Data.

**Tabel 4.1. Tabel Pengambilan Data Oli Mesran SAE 40 Dengan Menggunakan Viskometer.**

no	t	l	D	r	$\pi$	m <sub>oli</sub>	V	$\rho_{oli}$	$\mu$	v	Re	Fk	v
1	7.36	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024195852	0.139945652	27.23786157	0.000191383	3.08275E-05
2	7.31	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.02452798	0.140902873	27.05282175	0.000195337	3.12506E-05
3	7.34	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024327889	0.140326975	27.16384564	0.000192951	3.09957E-05
4	7.36	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024195852	0.139945652	27.23786157	0.000191383	3.08275E-05
5	7.36	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024195852	0.139945652	27.23786157	0.000191383	3.08275E-05
6	7.34	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024327889	0.140326975	27.16384564	0.000192951	3.09957E-05
7	7.37	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024130236	0.139755767	27.27486953	0.000190605	3.07439E-05
8	7.37	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024130236	0.139755767	27.27486953	0.000190605	3.07439E-05
9	7.36	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024195852	0.139945652	27.23786157	0.000191383	3.08275E-05
10	7.35	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024261736	0.140136054	27.20085361	0.000192165	3.09114E-05

**4.3. Hasil Perhitungan Data Analisa**  
**Viskositas Oli Shell Advance vsx SAE**

40

- Perhitungan oli shell advance vsx SAE

40.

Diketahui :  $t = 7.38 \text{ s}$

$$L = 103 \text{ cm} = 1,03 \text{ m}$$

$$D = 0,6 = 0,006 \text{ m}$$

$$M = 1,35 \text{ kg}$$

$$V = 1720 \text{ cc} = 1,72$$

$$L = 0,00172 \text{ m}^3$$

$$\rho = 784,88 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 29^\circ \text{ C}$$

Ditanya :  $Re = \dots\dots\dots?$

$F_k = \dots\dots\dots?$

$v = \dots\dots\dots?$

Jawab :  $\rho = \frac{m}{v}$

$$= \frac{1,35}{0,00172}$$

$$= 784,88 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = \frac{m}{l \times t}$$

$$= \frac{1,35}{1,03 \times (7,38)^2}$$

$$= \frac{1,35}{1,03 \times (54,46)}$$

$$= \frac{1,35}{56,09}$$

$$= 0,024 \text{ kg/m s}^2$$

$$Re = \frac{V \times D \times \rho}{\mu}$$

$$V = \frac{l}{t}$$

$$= \frac{1,03}{7,38}$$

$$= 0,13 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{V \times D \times \rho}{\mu}$$

$$= \frac{0,13 \times 0,006 \times 784,88}{0,024}$$

$$= \frac{0,612}{0,024}$$

$$= 25,5$$

$$F_k = \pi \cdot r^2 \cdot (1/2 \times \rho \times v^2) \times \left(\frac{24}{Re}\right)$$

$$= 3,14 \times (0,003)^2 \times (1/2 \times 784,88 \times (0,13)^2) \times \left(\frac{24}{25,5}\right)$$

$$= 3,14 \times (0,000009) \times (1/2 \times 784,88 \times (0,94)$$

$$= 0,00028 \times (6632) \times (0,94)$$

$$= 0,000191 \text{ N}$$

$$V = \frac{\mu}{\rho}$$

$$= \frac{0,024}{784,88}$$

$$= 3,05 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

#### 4.3.1. Tabel Hasil Perhitungan Data.

**Tabel 4.2. Tabel Pengambilan Data Oli shell Advance vsx SAE 40 Dengan Menggunakan Viskometer**

no	t	L	D	r	$\pi$	m oli	V	$\rho$ oli	$\mu$	v	Re	Fk	$\nu$
1	7.38	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024064887	0.139566396	27.3118775	0.000189831	3.06606E-05
2	7.38	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024064887	0.139566396	27.3118775	0.000189831	3.06606E-05
3	7.36	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024195852	0.139945652	27.23786157	0.000191383	3.08275E-05
4	7.38	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024064887	0.139566396	27.3118775	0.000189831	3.06606E-05
5	7.37	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024130236	0.139755767	27.27486953	0.000190605	3.07439E-05
6	7.38	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024064887	0.139566396	27.3118775	0.000189831	3.06606E-05
7	7.37	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024130236	0.139755767	27.27486953	0.000190605	3.07439E-05
8	7.37	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024130236	0.139755767	27.27486953	0.000190605	3.07439E-05
9	7.38	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024064887	0.139566396	27.3118775	0.000189831	3.06606E-05
10	7.38	1.03	0.006	0.003	3.14	1.35	0.00172	784.88	0.024064887	0.139566396	27.3118775	0.000189831	3.06606E-05



## V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

- Pada saat penulis melakukan proses pengambilan data, penulis mendapatkan hasil waktu yang berbeda-beda semakin besar SAE fluida yang diujikan maka waktunya semakin lama waktu yang diperoleh.
- Makin kecil waktunya yang diperoleh, maka makin besar viskositas fluidanya.
- Makin kecil atau cepat waktunya maka semakin besar viskositasnya
- Semakin kecil viskositas dinamik maka semakin besar bilangan *reynold* numbrnya.
- Semakin lambat kecepatan bolanya maka semakin kecil pula nilai  $f_k$  nya.
- Tidak ada perbedaan antara oli mesran dengan oli *shell advance* vsx SAE 40 dalam hasil pengujian.

### 5.2 Saran

- Diusahakan pada saat menjatuhkan bola pas pada tengah tengah tabung agar bola dapat terdeteksi oleh sensor.
- Penelitian yang dilakukan penulis dapat lebih di sempurnakan lagi dengan cara mengganti sensor yang lebih sensitive lagi sehingga waktu yang didapat pada saat penelitian bisa lebih akurat lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ridwan, *Mekanika Fluida Dasar*. Jakarta. 1999.
- [2] Modul Praktikum Fenomena Dasar Mesin dan Prestasi Mesin, Lab Teknik Mesin Menengah, Universitas Gunadarma.
- [3] Modul Praktikum Logika Dasar, Lab Teknik Mesin Menengah, Universitas Gunadarma.
- [4] Manual Book, *Photoelectric*, China, 2004.
- [5] Wijaya, *Perencanaan dan Pembuatan Alat Ukur Viskositas*, Bandung. 2001
- [6] Moechtar, *Viskometer*, Jakarta.2007.
- [7] *Birthd, Stevent, Transfort Fenomena. Mc Grohill*.1979.