

## Pengaruh viskositas bahan bakar terhadap karakteristik aliran fluida pada pompa sentrifugal

Efendi Joko Susilo<sup>1\*</sup>, Untung Surya Dharma<sup>2</sup>, Dwi Irawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

\*Corresponding author: efendijokosusilo123@yahoo.com

### Abstrak

Pompa merupakan mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida cair yang pada umumnya dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi melalui sistem perpipaan. Proses pemindahan ini terjadi akibat perubahan energi mekanik dari motor pompa menjadi energi potensial pada fluida, fluida dapat dikatakan statis bila fluida tersebut dalam keadaan tidak bergerak atau diam pada suatu wadah dan dapat dikatakan kinematis bila fluida tersebut bergerak secara terus-menerus akibat adanya suatu gaya gesek atau tekan sebarang kecilnya. Adapun metode penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan tiga variasi media bahan bakar yaitu: premium, pertalite, dan solar. Alat yang digunakan yaitu pompa air jenis sentrifugal dengan pengambilan data pada setiap media sebanyak lima kali yaitu: putaran 2000 rpm, putaran 2200 rpm, putaran 2400 rpm, putaran 2600 rpm dan putaran 2800 rpm pada temperatur ruangan. Berdasarkan hasil penelitian didapat jenis aliran yang terjadi pada alat uji menggunakan tiga media bahan bakar adalah jenis aliran turbulen. Karena bilangan Reynoldnya lebih dari 4000. Perubahan tekanan berbanding lurus dengan viskositas dan berbanding terbalik dengan kecepatan dengan hasil pengujian perubahan tekanan pada solar pada pipa pembesaran 204,04 N/m<sup>2</sup>, perubahan tekanan pada pertalite pada pipa pembesaran 158,62 N/m<sup>2</sup> dan perubahan tekanan pada premium pada pipa pembesaran 151,07 N/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** viskositas, bahan bakar, aliran fluida.

### Pendahuluan

Fluida merupakan suatu zat yang keberadaannya tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Sepanjang hidupnya manusia akan selalu berhubungan dengan fluida terutama dalam bentuk air dan udara. Fluida merupakan zat yang dapat mengalir yang mempunyai partikel yang mudah bergerak dan berubah bentuk tanpa mengalami pemisahan massa. Ketahanan fluida terhadap perubahan bentuk sangatlah kecil sehingga fluida sangat dengan mudah mengikuti bentuk ruangnya, untuk memahami aliran fluida maka harus memahami dan mengetahui beberapa sifat dasar fluida. Sifat-sifat dasar fluida tersebut adalah kekentalan, kerapatan, tekanan dan temperatur. Berdasarkan wujudnya, fluida

dapat dibedakan menjadi dua yaitu: fluida cair dan fluida gas.

Dalam mengalirkan atau memindahkan suatu fluida cair ke tempat yang diinginkan dibutuhkan mesin yang dapat dengan mudah memindahkan fluida tersebut. Pompa merupakan mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida cair yang pada umumnya dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi melalui sistem perpipaan. Proses pemindahan ini terjadi akibat perubahan energi mekanik dari motor pompa menjadi energi potensial pada fluida. Pompa beroperasi dengan menggunakan perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dan bagian keluar (*discharge*) pompa. Dengan kata lain pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga

cairan, dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan melalui hambatan-hambatan yang ada di sepanjang aliran pada pipa.

Ketika proses pemindahan fluida menggunakan pompa melalui sistem perpipaan terdapat beberapa karakteristik aliran yang berbeda-beda di dalam pipa, karakteristik struktur aliran internal (dalam pipa) sangat tergantung dari kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa, densitas, viskositas dan diameter pipa. Aliran fluida (cair atau gas) di dalam pipa mungkin merupakan aliran laminar, turbulen, atau transisi [1].

Dalam menentukan karakteristik aliran fluida di dalam pipa sangatlah berpengaruh untuk mengetahui jenis-jenis fluida apa yang digunakan. Karena setiap jenis-jenis fluida memiliki kekentalan, berat jenis, dan kerapatan yang berbeda-beda sehingga tekanan yang terjadi pada setiap fluida akan berbeda-beda pula. Dimana penulis melakukan penelitian menggunakan bahan bakar untuk mengetahui pengaruh viskositas dan sifat-sifatnya dalam menentukan karakteristik dan tekanan yang terjadi di dalam pipa pada laju aliran fluida yang menggunakan pompa sentrifugal.

## Tinjauan Pustaka

### Fluida

Definisi suatu fluida 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 tegangan geser, dengan kata lain yang dikategorikan sebagai fluida adalah suatu zat yang tidak mampu menahan tekanan geser tanpa berubah bentuk. Jadi dapat disimpulkan fluida itu merupakan suatu zat yang dapat dengan mudah berubah bentuk, tergantung dari tempat fluida itu berada.

Fluida dapat dikatakan statis bila fluida tersebut dalam keadaan tidak

bergerak atau diam pada suatu wadah dan dapat dikatakan kinematis bila fluida tersebut bergerak secara terus-menerus (*continue*) akibat adanya suatu gaya gesek atau tekan sebarangpun kecilnya. Fluida secara umum bila dibedakan dari sudut kemampatannya (*compressibility*), maka bentuk fluida terbagi dua jenis, yaitu; *compressible fluid* dan *incompressible fluid*. Yang dimaksud dengan *compressible fluid* adalah fluida yang tingkat kerapatannya dapat berubah-ubah, contohnya; zat berbentuk gas. Sedangkan *incompressible fluid* adalah fluida yang tingkat kerapatannya tidak berubah atau perubahannya kecil sekali dan dianggap tidak ada, contohnya zat berbentuk cair [2].

### Kekentalan (*viscosity*)

Viskositas adalah ukuran ketahanan sebuah fluida terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Viskositas dipengaruhi oleh temperatur, tekanan kohesi dan laju perpindahan momentum molekularnya.

Salah satu masalah yang paling sering ditemui dalam karakteristik pompa adalah kekentalan atau viskositas suatu fluida. Pengaruh viskositas pada fluida mempengaruhi nilai head, debit dan karakteristik daya dari pompa [3]. Viskositas zat cair cenderung menurun dengan seiring bertambahnya kenaikan temperatur, hal ini disebabkan gaya-gaya kohesi pada zat cair bila dipanaskan akan mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya temperatur pada zat cair yang menyebabkan berturunnya viskositas dari zat cair tersebut.

Viskositas dibagi menjadi dua macam yaitu viskositas dinamik atau viskositas mutlak dimana sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida. Serta viskositas kinematik yaitu perbandingan antara viskositas dinamik dengan kerapatan fluida, pada nilai kekentalan nisbi dan dinamis solar lebih besar dibandingkan dengan premium, pertamax, dan minyak tanah. Kesimpulan

yang didapat adalah apabila dibandingkan dengan hasil kekentalan standar aquades [4].

### Tipe-Tipe Aliran

Adapun beberapa tipe aliran pada fluida adalah sebagai berikut :

- a. Aliran laminar didefinisikan sebagai aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan dengan satu lapisan meluncur secara lancar. Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecenderungan terjadinya gerakan relatif antara lapisan.



Gambar 1. Aliran Laminar

- b. Aliran transisi merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Ketika kecepatan aliran itu bertambah atau viskositasnya berkurang (dapat disebabkan temperatur meningkat) maka gangguan-gangguan akan terus teramati dan semakin membesar serta kuat yang akhirnya suatu keadaan peralihan tercapai, Keadaan peralihan ini tergantung pada viskositas fluida.



Gambar 2. Aliran Transisi.

- c. Aliran turbulen didefinisikan sebagai aliran yang dimana pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami percampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida ke bagian fluida yang lain dalam skala yang besar.



Gambar 3. Aliran Turbulen.

### Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal didefinisikan sebagai pompa yang menggunakan gaya sentrifugal untuk memberikan energi pada fluida dengan menaikkan kecepatan dari fluida kemudian mengkonversikannya

menjadi tekanan. Pompa sentrifugal merupakan pompa yang memiliki elemen utama yaitu sebuah motor dengan sudu impeler berputar dengan kecepatan tinggi. Fluida masuk dipercepat oleh impeler yang menaikkan kecepatan fluida maupun tekanannya dan melemparkan keluar melalui *volute* atau rumah siput.

### Bahan Bakar

Merupakan suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara, adapun beberapa jenis-jenis bahan bakar yaitu bahan bakar padat, bahan bakar, bahan bakar gas.

### Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan tiga variasi media bahan bakar yaitu: premium, pertalite, dan solar. Alat yang digunakan yaitu pompa air jenis sentrifugal dengan pengambilan data pada setiap media sebanyak lima kali yaitu: putaran 2000, putaran 2200, putaran 2400, putaran 2600 dan putaran 2800 pada temperatur ruangan.

### Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Pada pengujian didapat nilai debit dan kecepatan pada diameter 19 mm

| No | Bahan     | Putaran (rpm) | Debit (m <sup>3</sup> /s) | Kecepatan (m/s) |
|----|-----------|---------------|---------------------------|-----------------|
| 1  | Premium   | 2000          | 3,67 x 10 <sup>-4</sup>   | 0,32            |
|    |           | 2200          | 4 x 10 <sup>-4</sup>      | 0,35            |
|    |           | 2400          | 4,16 x 10 <sup>-4</sup>   | 0,36            |
|    |           | 2600          | 4,5 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,39            |
|    |           | 2800          | 4,6 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,4             |
| 2  | Pertalite | 2000          | 3,67 x 10 <sup>-4</sup>   | 0,32            |
|    |           | 2200          | 4 x 10 <sup>-4</sup>      | 0,35            |
|    |           | 2400          | 4,16 x 10 <sup>-4</sup>   | 0,36            |
|    |           | 2600          | 4,5 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,39            |
|    |           | 2800          | 4,6 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,4             |
| 3  | Solar     | 2000          | 3,3 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,29            |
|    |           | 2200          | 3,6 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,31            |
|    |           | 2400          | 3,8 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,33            |
|    |           | 2600          | 4,1 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,36            |
|    |           | 2800          | 4,3 x 10 <sup>-4</sup>    | 0,38            |

Tabel 2. Pada pengujian didapat nilai debit dan kecepatan pada diameter 38 mm.

| No | Bahan     | Putaran (rpm) | Debit (m <sup>3</sup> /s) | Kecepatan (m/s) |
|----|-----------|---------------|---------------------------|-----------------|
| 1  | Premium   | 2000          | $3,67 \times 10^{-4}$     | 1,3             |
|    |           | 2200          | $4 \times 10^{-4}$        | 1,42            |
|    |           | 2400          | $4,16 \times 10^{-4}$     | 1,48            |
|    |           | 2600          | $4,5 \times 10^{-4}$      | 1,6             |
|    |           | 2800          | $4,6 \times 10^{-4}$      | 1,64            |
| 2  | Pertalite | 2000          | $3,67 \times 10^{-4}$     | 1,3             |
|    |           | 2200          | $4 \times 10^{-4}$        | 1,42            |
|    |           | 2400          | $4,16 \times 10^{-4}$     | 1,48            |
|    |           | 2600          | $4,5 \times 10^{-4}$      | 1,6             |
|    |           | 2800          | $4,6 \times 10^{-4}$      | 1,64            |
| 3  | Solar     | 2000          | $3,3 \times 10^{-4}$      | 1,17            |
|    |           | 2200          | $3,6 \times 10^{-4}$      | 1,28            |
|    |           | 2400          | $3,8 \times 10^{-4}$      | 1,35            |
|    |           | 2600          | $4,1 \times 10^{-4}$      | 1,46            |
|    |           | 2800          | $4,3 \times 10^{-4}$      | 1,53            |

Tabel 3. Pada pengujian didapat hasil bilangan *reynold* pada pipa *acrylic*.

| No | Bahan     | Putaran (Rpm) | Nilai Reynold | Jenis Aliran |
|----|-----------|---------------|---------------|--------------|
| 1  | Premium   | 2000          | 29265         | Turbulen     |
|    |           | 2200          | 31966         | Turbulen     |
|    |           | 2400          | 33317         | Turbulen     |
|    |           | 2600          | 36018         | Turbulen     |
|    |           | 2800          | 36919         | Turbulen     |
| 2  | Pertalite | 2000          | 29265         | Turbulen     |
|    |           | 2200          | 31966         | Turbulen     |
|    |           | 2400          | 33317         | Turbulen     |
|    |           | 2600          | 36018         | Turbulen     |
|    |           | 2800          | 36919         | Turbulen     |
| 3  | Solar     | 2000          | 19901         | Turbulen     |
|    |           | 2200          | 21772         | Turbulen     |
|    |           | 2400          | 22963         | Turbulen     |
|    |           | 2600          | 24834         | Turbulen     |
|    |           | 2800          | 26025         | Turbulen     |

Tabel 4. Pada pengujian di dapat hasil nilai tekanan pada pengujian.

| Media     | Rpm  | $\Delta P_1$ | $\Delta P_2$ | $\Delta P_3$ | $\Delta P_4$ | $\Delta P_5$ |
|-----------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Premium   | 2000 | -60,42       | 67,98        | -45,32       | -37,76       | -30,18       |
|           | 2200 | -80,75       | 90,64        | -60,42       | -45,32       | -37,76       |
|           | 2400 | -105,75      | 113,3        | -67,98       | -60,42       | -52,87       |
|           | 2600 | -128,41      | 123,41       | -90,64       | -67,98       | -67,98       |
|           | 2800 | -143,52      | 151,07       | -105,75      | -75,53       | -83,09       |
| Pertalite | 2000 | -67,98       | 83,09        | -52,87       | -45,32       | -37,76       |
|           | 2200 | -98,19       | 98,19        | -67,98       | -52,87       | -45,32       |
|           | 2400 | -113,3       | 120,86       | -75,53       | -67,98       | -60,42       |
|           | 2600 | -135,96      | 135,96       | -98,19       | -75,53       | -76,53       |
|           | 2800 | -151,07      | 158,62       | -113,3       | -83,09       | -90,64       |
| Solar     | 2000 | -97,94       | 122,42       | -83,09       | -65,29       | -65,29       |
|           | 2200 | -122,42      | 138,75       | -98,19       | -73,45       | -73,45       |
|           | 2400 | -138,75      | 155,07       | -105,75      | -81,61       | -81,61       |
|           | 2600 | -163,23      | 187,72       | -120,85      | -97,94       | -97,94       |
|           | 2800 | -179,56      | 204,04       | -135,96      | -114,26      | -114,26      |

Pada diameter pipa yang sama dan nilai putaran yang semakin besar, laju aliran fluida akan mempengaruhi kecepatan fluida

dan perubahan tekanan. Hal ini diketahui dari pengujian, pada pipa yang berdiameter  $\frac{3}{4}$  inchi (P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, dan P<sub>5</sub>) pada putaran 2000 rpm nilai kecepatan mengalami peningkatan begitu juga dengan tekanannya. Misalnya pada putaran 2000 rpm kecepatan fluida Premium sebesar 1,3 m/s dan terus meningkat sampai pada kecepatan 1,64 m/s yaitu di putaran 2800 rpm begitu juga dengan fluida pertalite dan solar. Sedangkan pada pipa yang mengalami pembesaran dengan premium putaran 2000 rpm nilai kecepatannya menurun menjadi 0,32 m/s dan pada premium putaran 2800 rpm kecepatannya adalah 0,4 m/s begitu juga dengan pertalite dan solar kecepatannya ikut menurun juga. Hal ini terjadinya karena perubahan bentuk penampang pada pipa pembesaran.

Sementara untuk jenis aliran di dalam pipa, dapat dilihat dari bilangan *Reynold* untuk premium dan pertalite sama yaitu sebesar 29265 - 36919 sedangkan pada solar 19901 – 26025. Dimana bilangan *Reynoldnya* lebih besar dari 4000, jika bilangan *Reynoldnya* lebih besar dari 4000 adalah aliran turbulen. Aliran turbulen adalah jenis aliran dimana pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami percampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum satu bagian fluida kebagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Bilangan *Reynold* sendiri dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida (*v*), diameter dalam pipa pengujian (*D*) dan viskositas kinematik fluida ( *$\nu$* ). Semakin bertambahnya kecepatan fluida, maka bilangan *Reynold* juga akan bertambah. Hal ini dibuktikan pada bilangan reynold pada premium 29265 dengan kecepatan 1,3 m/s dan 36919 dengan kecepatan 1,64 m/s.

Perubahan tekanan di dalam pipa pengujian terjadi seiring bertambahnya laju aliran fluida. Untuk besar tekanan pada pipa pengujian pada satu titik bagian pipa ( $\Delta P_1$ ), besar tekanannya akan semakin bertambah dengan semakin bertambahnya laju aliran. Hal ini dapat diketahui, pada Premium

dengan putaran 2000 rpm besar tekanannya adalah  $-60,42 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-143,52 \text{ N/m}^2$ . Untuk Peralite dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $-67,98 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-151,07 \text{ N/m}^2$ . Sedangkan pada Solar pada putaran 2000 rpm adalah  $-97,94 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm adalah  $-179,56 \text{ N/m}^2$ .

Untuk perubahan tekanan pada pipa pembesaran ( $\Delta P_2$ ) terjadi sebaliknya, jika semakin bertambahnya laju aliran fluida maka tekanan yang terjadi semakin kecil. Pada Premium dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $67,98 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $151,07 \text{ N/m}^2$ . Untuk Peralite dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $83,09 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $158,62 \text{ N/m}^2$ . Sedangkan untuk Solar dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $122,42 \text{ N/m}^2$  dan perubahan tekanannya pada putaran 2800 rpm tekanannya adalah  $-204,04 \text{ N/m}^2$ .

Sementara perubahan tekanan pada pipa pengecilan ( $\Delta P_3$ ) berbanding terbalik dengan yang terjadi pada pipa yang mengalami pembesaran ( $\Delta P_2$ ). Pada Premium dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $-45,32 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-105,75 \text{ N/m}^2$ . Untuk Peralite dengan putaran 2000 rpm adalah  $-52,87 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-113,3 \text{ N/m}^2$ . Sedangkan pada Solar dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $-89,78 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-146,91 \text{ N/m}^2$ .

Pada pipa belokan ( $\Delta P_4$ ), perubahan tekanannya juga berbanding lurus dengan semakin bertambahnya laju aliran fluida. Pada Premium dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $-37,76 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-75,53 \text{ N/m}^2$ . Untuk Peralite dengan putaran 2000 rpm adalah  $-45,32 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-83,09 \text{ N/m}^2$ . Sedangkan

pada Solar dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $-65,29 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-114,26 \text{ N/m}^2$ .

Semakin bertambahnya laju aliran maka semakin besar juga tekanan juga terjadi pada pipa beda bahan ( $\Delta P_5$ ). Pada Premium dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $-30,18 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-83,09 \text{ N/m}^2$ . Untuk Peralite dengan putaran 2000 rpm adalah  $-37,76 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-90,64 \text{ N/m}^2$ . Sedangkan pada Solar dengan putaran 2000 rpm tekanannya adalah  $-65,29 \text{ N/m}^2$  dan pada putaran 2800 rpm perubahan tekanannya adalah  $-114,26 \text{ N/m}^2$ .

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis aliran yang terjadi pada alat uji menggunakan tiga media bahan bakar adalah jenis aliran turbulen. Karena bilangan Reynoldnya lebih dari 4000. Perubahan tekanan berbanding lurus dengan viskositas dan berbanding terbalik dengan kecepatan dengan hasil pengujian perubahan tekanan pada solar pada pipa pembesaran  $204,04 \text{ N/m}^2$ , perubahan tekanan pada peralite pada pipa pembesaran  $158,62 \text{ N/m}^2$  dan perubahan tekanan pada premium pada pipa pembesaran  $151,07 \text{ N/m}^2$ .

## Referensi

- [1] Untung Surya dharma dan Galih Prasetyo, 2012. *Pengaruh Perubahan Laju Aliran Terhadap Tekanan Dan Jenis Aliran Yang Terjadi Pada Alat Uji Praktikum Mekanika Fluida*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.
- [2] Eko Singgih Priyanto 2014. *Analisa Aliran Fluida Pada Pipa Acrylic Diameter 12,7 Mm ( 0,5 Inchi) Dan 38,1 Mm (1,5 Inchi)*. Universitas Guna Darma.

- [3] Arjianto A ., Yohana E dan Sinaga FTH. 2015. *Analisis Pengaruh Kekentalan Fluida Air Dan Minyak Kelapa Pada Performasi Pompa Sentrifugal*. Jurnal Teknik Mesin.
- [4] Lita Purwanti., 2015.*Uji Viskositas Bahan Bakar Cair Alami Dengan MenggunakanViskosimeter Ostwald*. Universitas Gajah Mada.