

Pengaruh Variasi Viskositas Terhadap Laju Aliran Pipa Pada Unit *Pre-Heating* PT Wilmar Nabati Indonesia Menggunakan Aplikasi *Software* *Ansys*

Muhammad Dzaky Aqil ^{*1}
Bambang Dwi Haripriadi ²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis

*e-mail: dzakyaqil12335@gmail.com¹, Bambang@polbeng.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi viskositas terhadap laju aliran pipa pada unit *pre-heating* di PT Wilmar Nabati Indonesia menggunakan software ANSYS. Tujuannya adalah menentukan tekanan fluida berdasarkan viskositas dan suhu serta mengukur tekanan dan laju aliran fluida melalui simulasi CFD (Computational Fluid Dynamics). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan fluida mengakibatkan penurunan tekanan sesuai prinsip Bernoulli, namun viskositas juga mempengaruhi hasil akhir. Viskositas optimal menurut prinsip Bernoulli adalah 19 cSt, namun viskositas 34 cSt digunakan dalam aplikasi nyata. Simulasi menggunakan ANSYS Fluent menunjukkan bahwa tekanan dan mass flux pada viskositas 34 cSt memperoleh hasil rata-rata terbesar, sedangkan viskositas 19 cSt memperoleh hasil rata-rata terkecil. Perbedaan nilai antar viskositas tidak signifikan dan masih dalam distribusi normal.

Kata kunci: Tekanan, Mass Flux, Computational Fluid Dynamic, Viskositas

Abstract

This study analyzes the effect of viscosity variations on pipe flow rates in the *pre-heating* unit at PT Wilmar Nabati Indonesia using ANSYS software. The objective is to determine fluid pressure based on viscosity and temperature and to measure fluid pressure and flow rate through CFD (Computational Fluid Dynamics) simulation. The results indicate that, according to Bernoulli's principle, an increase in fluid velocity results in a pressure decrease. However, other factors such as viscosity affect the final outcome. Based on Bernoulli's principle, the optimal viscosity is 19 cSt, but 34 cSt is used in real applications due to other considerations. The study concludes that using ANSYS Fluent for fluid flow simulation yields satisfactory results for analysis. The pressure and mass flux at 34 cSt viscosity show the highest average simulation results, while 19 cSt viscosity shows the lowest average results. Although there are differences in average values for each viscosity, they are not significant and fall within a normal distribution.

Keywords: Pressure, Mass Flux, Computational Fluid Dynamic, Viscosity

PENDAHULUAN

Pompa sering dijumpai dan dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, baik di rumah tangga maupun industri. Pompa adalah perangkat mekanik untuk meningkatkan energi tekanan fluida. Secara umum pompa difungsikan sebagai pemindah fluida dari tekanan rendah ke tekanan tinggi atau sebagai penyirkulasi fluida ke dalam sebuah sistem. Pompa dalam keseharian sering terdapat kendala dalam pendistribusian fluida ke semua sistem. Turunnya performa pompa dapat diakibatkan adanya fenomena kavitasi.

Selama menjalani Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Wilmar Nabati Indonesia. Pernah terjadi kavitasi pada pompa sentrifugal di unit *Pre-Heating*. Hal ini terjadi akibat beberapa faktor yang diantaranya terjadi penyumbatan pada *Strainer* dan perbedaan tekanan pompa dengan tekanan cairannya.

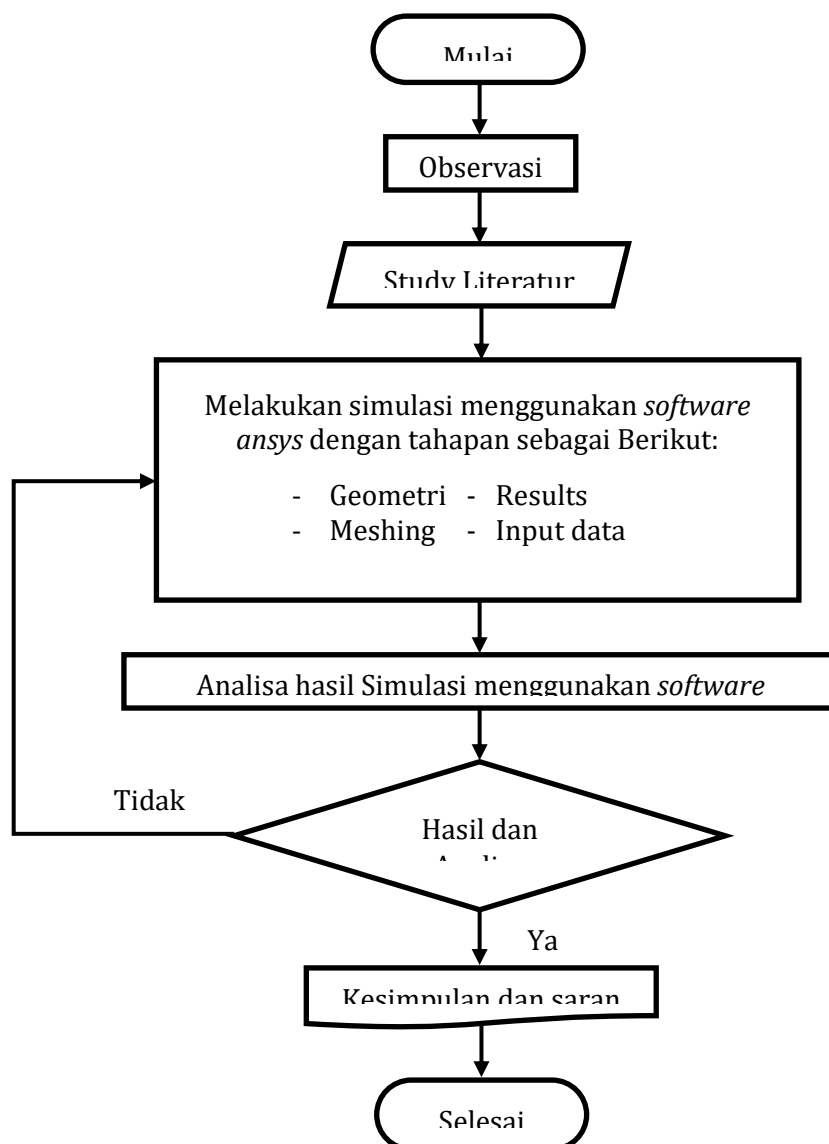
Kavitasi sendiri adalah peristiwa terbentuknya gelembung-gelembung uap di dalam cairan yang dipompa akibat turunnya tekanan cairan sampai di bawah tekanan uap jenuh cairan pada suhu operasi pompa. Gelembung uap yang terbentuk dalam proses ini mempunyai siklus yang sangat singkat. Gelembung tersebut akan pecah dan menyebabkan benturan atau tumbukan pada dinding di pompa atau impellernya. Cairan akan masuk secara tiba-tiba ke ruangan yang

terbentuk akibat pecahnya gelembung uap tadi sehingga mengakibatkan tumbukan. Peristiwa ini akan menyebabkan terjadinya kerusakan mekanis pada pompa (Karassik, 1976).

Hal ini dapat berpengaruh pada tekanan fluida dalam pipa. Efek kavitasi pada tekanan fluida dapat menyebabkan naiknya temperatur fluida dan terjadinya fluktuasi tekanan yang dapat merusak sistem pipa dan peralatan, serta mengurangi efisiensi pompa dan peralatan lainnya. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kavitasi adalah: tekanan rendah pada pompa, kecepatan cairan yang terlalu tinggi, perubahan tekanan mendadak, viskositas cairan, dan tekanan lingkungan. Oleh karena itu, penulis mengambil judul “Pengaruh Variasi Viskositas Terhadap Laju Aliran Pipa Pada Unit *Pre-Heating* PT Wilmar Nabati Indonesia Menggunakan Aplikasi *Software Ansys*”, agar dapat mencegah dan meminimalkan resiko kavitasi, serta mengetahui tekanan pada pipa berdasarkan viskositas fluida. Dan dibutuhkan juga pemahaman dan manajemen kavitasi sangat penting dalam perancangan dan pengoperasian sistem pipa.

METODE

Berikut langkah pengujian yang dilakukan:



Gambar 1. Flowchart

Metode penelitian yang diusulkan untuk jurnal ini mencakup beberapa Langkah penting. Pertama, dilakukan studi literatur mengumpulkan sejumlah buku-buku, jurnal, majalah, dan laporan tugas akhir yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian. Selanjutnya, pengumpulan data menggunakan studi dokumen yang dilakukan Pengambilan data didasarkan pada hasil analisis tekanan. Parameter yang dimasukkan dalam program *Ansys* ini adalah desain pipa ukuran 3inch, data fluida, tekanan pompa 65 psi, serta asumsi viskositas yang akan digunakan. Berikut data fluida yang digunakan:

Tabel 1. Data Fluida

Jenis Fluida	Tekanan Pompa	Suhu	Viskositas
<i>Crude Palm Oil</i>	65 psi	47°C	34 <i>centistokes</i> (cSt)
<i>Crude Palm Oil</i>	65 psi	55°C	30 <i>centistokes</i> (cSt)
<i>Crude Palm Oil</i>	65 psi	60°C	28 <i>centistokes</i> (cSt)
<i>Crude Palm Oil</i>	65 psi	70°C	22 <i>centistokes</i> (cSt)
<i>Crude Palm Oil</i>	65 psi	80°C	19 <i>centistokes</i> (cSt)

Proses simulasi dilakukan menggunakan program *Ansys* dengan skema proses yang mencakup langkah-langkah penentuan simulasi, geometri, proses *meshing*, input data material, menentukan titik *inlet* dan *outlet*, analisa hasil simulasi menggunakan *software* minitab, dan kesimpulan dari analisa. Tempat dan waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Gedung B, laboratorium Desain, Politeknik Negeri Bengkalis, Riau, dari bulan Februari hingga Mei. Semua data biodata mahasiswa yang melakukan penelitian dan dosen pembimbing terlampir pada jurnal untuk referensi. Dengan mengikuti metode penelitian ini, diharapkan jurnal dapat memberikan kontribusi yang berharga dalam bidang CFD (*Computational Fluid Dynamics*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses simulasi aliran fluida, *software* yang digunakan adalah *Ansys* R2 2023. Simulasi ini menggunakan beberapa variasi viskositas diantaranya viskositas 34 Cst hingga 19 cSt. Berikut adalah tabel hasil simulasi *ansys* dengan fluida CPO dan nilai kekasaran pipa sebesar 0,0515 mm:

Tabel 2. Data Hasil Simulasi

Suhu	Viskositas	Mean Tekanan	Mean Mass Flux
47°C	34 <i>centistokes</i> (cSt)	14346	1480
55°C	30 <i>centistokes</i> (cSt)	14218	1475
60°C	28 <i>centistokes</i> (cSt)	14008	1456
70°C	22 <i>centistokes</i> (cSt)	13813	1443
80°C	19 <i>centistokes</i> (cSt)	13705	1436

Setelah melakukan simulasi pada pipa menggunakan *Ansys*, didapatkan hasil analisis yang diambil sampel nilai pada 5 titik yang sama berdasarkan pada daerah pipa yang mengalami perubahan warna, dan menunjukkan bahwa tekanan terbesar terjadi pada pipa menggunakan viskositas 34 cSt dengan nilai rata-rata 14346, dan terendah dihasilkan oleh viskositas 19 cSt dengan nilai rata-rata 13705. *Mass flux* terbesar terjadi pada viskositas 34 cSt dengan nilai 1480, dan terendah dihasilkan oleh viskositas 19 cSt dengan nilai 1316.

Setelah didapatkan hasil simulasi. Selanjutnya, melakukan Analisa hasil simulasi menggunakan *software* Minitab 21 dengan menggunakan metode *ANOVA One Ways*.

A. Analisa Tekanan

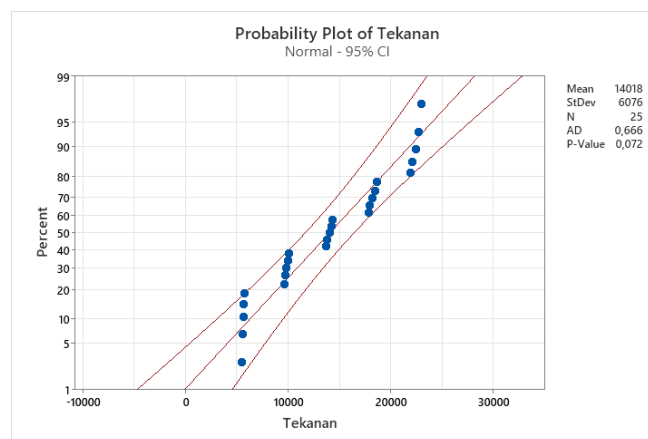
Kita dapat menggunakan *P-Value* untuk menguji hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila *P-Value* kurang dari nilai taraf signifikan α , dalam penelitian ini α (signifikan) bernilai $0.05 = 5\%$.

Tabel 3. ANOVA Tekanan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Kontribusi (%)
Viskositas	4	1436709	359177	0,01	1,000	0,16
Error	20	884501003	44225050			99,84
Total	24	885937713				

Dari tabel di atas dapat dilihat *P-Value* memiliki nilai 1.000, yang dimana nilai tersebut lebih tinggi dari pada nilai alpha. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tekanan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pada tabel ini nilai kontribusi yang didapatkan oleh viskositas lebih kecil dari pada eror, hal ini terjadi karena dalam pengujian ini hanya menggunakan satu parameter yaitu viskositas. Sehingga nilai kontribusi yang dihasilkan oleh parameter lebih kecil dari nilai eror.

Berikut adalah grafik yang digunakan untuk melihat distribusi normal. Grafik *Probability Plot* ini digunakan untuk mengetahui apakah data variabel yang ada di penelitian ini berdistribusi normal atau tidak. Dalam analisis data ini peneliti menggunakan taraf signifikan kesalahan sebesar $\alpha = 5\%$ (0,05), dengan kata lain tingkat keyakinannya adalah 95%.

Gambar 2. Grafik *Probability* Tekanan

Pada grafik ini, tekanan mendapatkan nilai *P-Value* sebesar 0.072. Pada gambar di atas terdapat beberapa titik yang meleceng seperti pada bagian kiri bawah (sekitar presentasi 5-10) dan kanan atas (sekitar persentase 90-95) namun hal tersebut masih di anggap normal dan dapat disimpulkan bahwa data tekanan cenderung mengikuti nilai distribusi normal. Hal ini dapat dikuatkan dengan nilai *P-Value* yang didapatkan sebesar 0.072, yang dimana nilai tersebut lebih besar dari nilai alpha (0.05). sehingga dapat dinyatakan bahwa data menerima hipotesis nol, yang berarti data berdistribusi normal.

B. Analisa Mass Flux

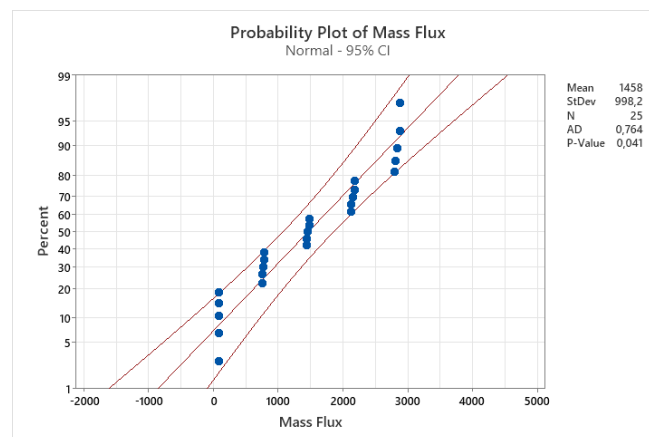
Mass flux adalah ukuran laju massa yang melewati suatu permukaan atau area tertentu per satuan waktu. Kita dapat menggunakan *P-Value* untuk menguji hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila *P-Value* kurang dari nilai taraf signifikan α , dalam penelitian ini α (signifikan) bernilai $0.05 = 5\%$.

Tabel 4. ANOVA Mass Flux

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Kontribusi (%)
Viskositas	4	7588	1897	0,00	1,000	0,03
Error	20	23905302	1195265			99,97
Total	24	23912889				

Dapat dilihat pada tabel di atas, nilai *P-Value* lebih besar daripada nilai alpha. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *mass flux* tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pada tabel ini nilai kontribusi yang didapatkan oleh viskositas lebih kecil dari pada eror, hal ini terjadi karena dalam pengujian ini hanya menggunakan satu parameter yaitu viskositas. Sehingga nilai kontribusi yang dihasilkan oleh parameter lebih kecil dari nilai eror.

Berikut adalah grafik yang digunakan untuk melihat distribusi normal. Grafik *Probability Plot* ini digunakan untuk mengetahui apakah data variabel yang ada di penelitian ini berdistribusi normal atau tidak. Dalam analisis data ini peneliti menggunakan taraf signifikan kesalahan sebesar $\alpha = 5\%$ (0,05), dengan kata lain tingkat keyakinannya adalah 95%.

Gambar 3. Grafik *Probability Mass Flux*

Pada grafik *probability mass flux* ini, dapat dilihat bahwa banyak titik data yang berada jauh pada garis lurus, terutama pada bagian bawah (sekitar persentase 5-10) dan bagian atas (sekitar persentase 90-95) terdapat penyimpangan yang cukup signifikan. Oleh karena itu dapat dinyatakan bahwa grafik *probability mass flux* ini tidak berdistribusi normal, hal ini dikuatkan oleh nilai *P-Value* yang didapatkan sebesar 0.041, yang dimana nilai ini lebih kecil dari nilai alpha (0.05). Dapat disimpulkan bahwa data menolak hipotesis nol, yang berarti data tidak berdistribusi normal.

Tabel 5. Pengaruh Variabel Bebas

Variabel Bebas	P-Value Tekanan	P-Value Mass Flux	α
Viskositas	1.000	1.000	0.05

Berdasarkan perbandingan *P-Value* dan taraf signifikan 0,05% menunjukkan semua *P-Value* lebih tinggi dari nilai taraf signifikan sehingga mempertegas hasil uji hipotesis nilai F bahwa

tidak ada pengaruh yang diberikan terhadap tekanan dan *mass flux*. Dengan tingkat nilai keyakinan 95%.

Menurut hukum Bernaulli yang menyatakan “dalam aliran fluida yang ideal (tanpa gesekan dan inkompresibel), peningkatan kecepatan fluida akan menyebabkan penurunan tekanan, dan sebaliknya.”, berdasarkan hukum tersebut dapat dinyatakan bahwa viskositas yang bagus untuk digunakan adalah 19 cSt. Namun terdapat pertimbangan lain yang harus di perhatikan dalam memilih viskositas yang akan digunakan.

KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan yang didapatkan dari “Pengaruh Variasi Viskositas Terhadap Laju Aliran Pipa Pada Unit *Pre-Heating* PT Wilmar Nabati Indonesia Menggunakan Aplikasi *Software Ansys*”.

- a) Menggunakan *software Ansys Fluent* untuk melakukan simulasi aliran fluida pada pipa telah memberikan hasil yang dapat memenuhi persyaratan analisa.
- b) Berdasarkan hasil simulasi didapatkan tekanan fluida dengan viskositas 34 cSt memperoleh hasil rata-rata tertinggi sebesar 14346 Pa, dan hasil rata-rata terkecil didapatkan oleh viskositas 19 cSt dengan nilai 13705 Pa.
- c) Nilai rata-rata *mass flux* terbesar didapatkan oleh fluida dengan viskositas 34 cSt dengan nilai $1480 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-2}$, dan hasil rata-rata terkecil didapatkan oleh fluida dengan viskositas 19 cSt dengan nilai $1436 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-2}$.
- d) Hasil analisa memperlihatkan bahwa setiap viskositas memiliki nilai rata-rata yang berbeda-beda. Berdasarkan prinsip Bernaulli, hasil simulasi yang paling bagus dalam mengalirkan suatu fluida adalah viskositas 19 cSt. Akan tetapi dalam pengaplikasiannya viskositas yang digunakan adalah 34 cSt, karena ada pertimbangan lain yang harus di perhatikan dalam pemilihan viskositasnya.

REFERENSI

- Arijanto, A., Yohana, E., & Sinaga, F. T. (2015). Analisis Pengaruh Kekentalan Fluida Air dan Minyak Kelapa pada Performansi Pompa Sentrifugal. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 212-219.
- Fathoni, W., & Novianto, S. (2018). Analisa Aliran Fluida (Fully Developed Flow) Pada Pipa Circular Dengan Menggunakan CFD Fluent. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 4(2), 78-86.
- Hermawan, H., Istiasih, H., & Akbar, A. (2018). Pengaruh Depth Of Cut Terhadap Kekasaran Permukaan Pembubutan Baja ST-37 Dengan Mesin CNC. In *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)* (Vol. 2, No. 1, pp. 257-262).
- Nugroho, S., Juwana, W. E., & Himawanto, D. A. (2014). Pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja dan kavitasi pompa sentrifugal. *Mekanika*, 12(2).
- Pratama, D., Hadiningrum, K., & Muldiani, R. F. (2022). Studi Awal Pengaruh Temperatur terhadap Karakteristik Aliran Fluida Pada Belokan Pipa 90° melalui Simulasi. *Jurnal MIPA*, 11(2), 68-71.
- Renjani, R. A., Sugiarto, R., & Dharmawati, N. D. (2020). PENGAMATAN KUALITAS CPO PADA STORAGE TANK DENGAN PENAMBAHAN SISTEM PENGADUKAN PADA BERBAGAI VARIASI TEMPERATUR. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol*, 9(4), 343-352.
- Rosalina, D. R., & Kadarisman, N. (2018). Pengukuran Viskositas Minyak Goreng Pada Berbagai Variasi Suhu Dengan Menggunakan Sensor Fiber Optik. *Jurnal Ilmu Fisika dan Terapannya*, 7(1), 15-22.
- Samuel, S., & Hafiz, D. Analisa Pengaruh Aliran Fluida Yang Ditimbulkan Oleh Gerakan Putaran Propeller Pada Kapal Ikan Terhadap Tekanan Propeller Dengan Pendekatan Cfd. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 8(3), 134-140.