

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018**ANALISIS BILANGAN REYNOLD (Re) UNTUK MENENTUKAN JENIS ALIRAN FLUIDA MENGGUNAKAN CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC) SEBAGAI RANCANGAN BAHAN AJAR DI SMA****Deny Darmawan**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

denysdharma@gmail.com**Alex Harijanto**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

alexharijanto.fkip@unej.ac.id**Sri Astutik**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

tika.fkip@unej.ac.id**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari nilai bilangan Reynold (Re) dalam menentukan jenis aliran fluida dengan cara melakukan simulasi aliran fluida menggunakan program CFD (Computational Fluid Dynamic) paket simufluida (beta). Analisa jenis aliran fluida menggunakan pipa silinder dengan cara membandingkan diameter dalam pipa 0,3 m, 0,5 m, 0,7 m, dan 1 m, serta kecepatan aliran fluida 0,05 m/s, 0,1 m/s, 0,15 m/s, dan 0,2 m/s. Hal ini untuk mengetahui sejauh mana efek perubahan diameter dalam pipa dan kecepatan aliran fluida didalam pipa silinder. Pembuatan model pipa silinder dilakukan dengan asumsi penyederhanaan model yang digunakan dengan mengabaikan ketebalan pipa. Dalam pembuatan model menggunakan microsoft paint yang di simpan dalam format hitam putih .bmp 256 colors. Dalam hal ini model yang dibuat adalah model volume. Pada penelitian ini nilai densitas fluida sebesar 1000 kg/m³ dan viskositas fluida sebesar 0,022 kg/m.s. Pada diameter 0,3 m merupakan aliran laminer, diameter 0,5 m dan 0,7 m merupakan aliran transisi, dan diameter 1 m merupakan aliran turbulen. Pada kecepatan 0,05 m/s merupakan aliran laminer, kecepatan 0,1 m/s dan 0,15 m/s merupakan aliran transisi, dan kecepatan 0,2 m/s merupakan aliran turbulen. Hasil simulasi berupa gambar dengan variasi diameter dalam pipa dan kecepatan aliran fluida. Hasil simulasi aliran fluida menggunakan program CFD (Computational Fluid Dynamic) paket simufluida (beta) akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan rancangan bahan ajar.

Kata kunci: *Bilangan Reynold (Re), Jenis Aliran Fluida, CFD software simufluida (beta), dan Bahan Ajar Kontekstual*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu bagian ilmu pengetahuan alam (IPA) yang mempelajari sifat dan akibat dari fenomena-fenomena alam. Salah satu pelajaran IPA di SMA yaitu Fisika. Menurut Indrawati (2007), fisika merupakan ilmu yang banyak mendasari perkembangan ilmu teknologi, serta sebagai ilmu yang banyak digunakan untuk menganalisis sebagian besar peristiwa alam yang dipelajari dalam fisika. Jadi fisika sangat berkaitan erat dengan kehidupan di alam dan teknologi terbaru serta tidak hanya menerangkan rumus-rumus yang rumit untuk dipahami.

Dalam pembelajaran di sekolah jarang di ajarkan tentang contoh penerapan konsep fisika dalam

kehidupan sehari-hari, sehingga siswa merasa fisika merupakan pelajaran yang tidak bermanfaat setelah lulus nantinya (Sari dkk., 2013). Sebagian besar siswa menganggap fisika merupakan pelajaran yang sulit. Penyebab lain kesulitan siswa dalam mempelajari fisika yaitu kurang menariknya bahan ajar yang digunakan dan terbatasnya materi yang disampaikan diberbagai buku teks yang tersedia. Oleh sebab itu, diperlukan adanya suatu bahan ajar yang menarik bagi siswa dan memuat materi yang cukup mendalam serta kontekstual dengan kehidupan di alam, sehingga lebih bermakna bagi siswa. Berdasarkan penelitian Oktaviani dkk (2017), terdapat pengaruh positif penggunaan bahan

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

ajar fisika kontekstual dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa.

Salah satu materi yang terdapat dalam fisika adalah fluida ideal. Materi fluida ideal merupakan salah satu bagian dari fluida dinamis yang diajarkan di kelas XI SMA. Salah satu sifat dari fluida ideal merupakan aliran laminar. Secara garis besar aliran fluida dapat dibedakan atau dikelompokkan menjadi aliran tunak (*steady*) dan aliran tidak tunak (*unsteady*). Selain itu juga terdapat jenis aliran fluida berdasarkan nilai bilangan Reynold yaitu aliran laminar, aliran transisi dan aliran turbulen.

Dalam buku yang berjudul “Buku Pintar Belajar Fisika” untuk SMA/MA kelas XI, pada bagian peta konsep telah menyebutkan jenis aliran fluida dan bilangan Reynold. Dalam buku tersebut telah membahas aliran stasioner (laminar) dan aliran turbulen, namun tidak dibahas secara detail dan sama sekali tidak menyebutkan bilangan Reynold. Beberapa buku lain yang sejenis juga telah menyebutkan jenis aliran stasioner (laminar) dalam menjelaskan fluida ideal. Secara umum, buku-buku yang ada telah menyebutkan salah satu jenis aliran fluida yaitu aliran laminar, namun tidak dijelaskan bahwa aliran laminar ditentukan berdasarkan nilai dari bilangan Reynold.

Siswa penting untuk mengetahui bilangan Reynold, karena siswa yang diajarkan mengenai fluida ideal harus mengerti tentang aliran laminar. Selama ini siswa hanya diajarkan mengenai aliran laminar atau aliran turbulen tanpa memperhitungkan bilangan Reynold. Padahal bilangan Reynold merupakan bilangan tak berdimensi yang digunakan untuk menentukan jenis aliran tersebut termasuk aliran laminar atau aliran turbulen. Dengan memahami bilangan Reynold, siswa dapat lebih mudah memahami jenis aliran fluida yaitu aliran laminar maupun aliran turbulen.

Selain memahami jenis aliran fluida berdasarkan nilai bilangan Reynold, siswa juga penting untuk mengetahui bentuk aliran fluida untuk membedakan aliran laminar dan aliran turbulen. Selama ini disekolah tidak pernah diajarkan mengenai bentuk aliran fluida. Untuk mengetahui bentuk aliran fluida tersebut, dibutuhkan adanya suatu media yang mendukung siswa dalam memahami tidak hanya secara teori namun dapat melihat dan mencoba secara langsung. Hal ini sesuai dengan kurikulum 2013 yang menekankan pada kejadian yang lebih kontekstual.

Untuk itu cara yang diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami konsep fisika khususnya pada konsep aliran fluida yaitu CFD (*computational fluida dynamic*) yang akan memberikan

kesempatan kepada siswa untuk mensimulasikan aliran fluida. CFD (*Computational fluid dynamics*) adalah sekumpulan metodologi yang menggunakan komputer untuk melakukan simulasi aliran fluida secara numerik. Kata ‘simulasi’ mengindikasikan bahwa menggunakan komputer untuk menyelesaikan sekumpulan hukum atau persamaan-persamaan fisis yang mengatur peristiwa pergerakan fluida di mana geometrinya telah dimodelkan dengan bantuan komputer.

CFD (*Computational Fluid Dynamics*) merupakan program komputer perangkat lunak untuk memprediksi dan menganalisis secara kuantitatif aliran fluida, perpindahan panas, transpor fenomena dan reaksi kimia (Al-Kindi, 2015). Analisis aliran fluida dalam suatu sistem dengan CFD (*Computational Fluid Dynamics*) merupakan analisis numerik dengan kontrol volume sebagai elemen dari integrasi persamaan-persamaan, yang terdiri dari persamaan keseimbangan massa, momentum dan energi (Versteeg and Malalasekara, 2007). Pada dasarnya, persamaan-persamaan pada fluida dibangun dan dianalisis berdasarkan persamaan-persamaan diferensial parsial atau dikenal dengan istilah PDE (*Partial Differential Equation*) yang mempresentasikan hukum-hukum kekekalan massa (kontinuitas), momentum dan energi yang diubah kedalam bentuk numerik (persamaan linear) dengan teknik diskritisasi.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana analisis bilangan Reynold (Re) untuk menentukan jenis aliran fluida menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamic*) sebagai rancangan bahan ajar di SMA?. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bilangan Reynold (Re) dalam menentukan jenis aliran fluida dengan variasi diameter dalam pipa dan kecepatan aliran fluida.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan tujuan penelitian, jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan study menggunakan komputer yang dilakukan di laboratorium lanjut fisika Universitas Jember.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: (1) komputer, komputer disini berfungsi sebagai media untuk *software* yang digunakan, (2) CFD (*computational Fluid Dynamics*) dalam penelitian ini yaitu *software* simulfluida (beta) berfungsi untuk mensimulasikan aliran fluida, (3) microsoft paint berfungsi untuk membuat model pipa silinder, dan (4) ATK berfungsi untuk menghitung nilai bilangan Reynold (Re). Diameter dalam pipa yang akan

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

digunakan dalam penelitian ini yaitu (0,3, 0,5, 0,7, dan 1) m, kecepatan aliran fluida yaitu (0,05, 0,1, 0,15, dan 0,2) m/s, densitas fluida sebesar 1000 kg/m^3 , viskositas fluida sebesar $0,022 \text{ kg/m.s}$.

Diagram 1. Rancangan penelitian

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melalui data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil simulasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari beberapa referensi. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan pipa silinder sebagai alat percobaan. Penelitian menggunakan dua variabel untuk diukur. Variabel pertama yaitu diameter dalam pipa dan variabel yang kedua yaitu kecepatan aliran fluida pada pipa. Dari dua variabel tersebut, data yang diambil yaitu berupa hasil simulasi aliran fluida, yang digambarkan dengan garis-garis aliran.

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan untuk menjawab analisis pada rumusan masalah yang sudah ditentukan. Data-data yang diperoleh digunakan untuk menganalisis jenis aliran fluida. Data tersebut dianalisis berdasarkan bilangan Reynold (Re) dan hasil simulasi. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai acuan dalam merancang bahan ajar fisika di SMA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran nilai bilangan Reynold (Re) dengan variasi diameter dalam pipa dan kecepatan aliran fluida adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data nilai bilangan Reynold (Re) dengan variasi diameter dalam pipa dan kecepatan aliran fluida 0,1 m/s.

No	Diameter dalam pipa (m)	Bilangan Reynold
1	0,3	1363
2	0,5	2272
3	0,7	3181
4	1	4545

Pada tabel 1, terlihat bahwa semakin besar nilai diameter dalam pipa maka semakin besar nilai bilangan Reynoldnya. Hal ini sudah sesuai dengan konsep bahwa bilangan Reynold berbanding lurus dengan diameter dalam pipa.

Tabel 2. Data nilai bilangan Reynold (Re) dengan variasi kecepatan aliran fluida dan diameter dalam pipa 0,5 m.

No	Kecepatan aliran fluida (m/s)	Bilangan Reynold
1	0,05	1136
2	0,1	2272
3	0,15	3409
4	0,2	4545

Pada tabel 2, terlihat bahwa semakin besar nilai kecepatan aliran fluida maka semakin besar nilai bilangan Reynoldnya. Hal ini sudah sesuai dengan konsep bahwa bilangan Reynold berbanding lurus dengan kecepatan aliran fluida.

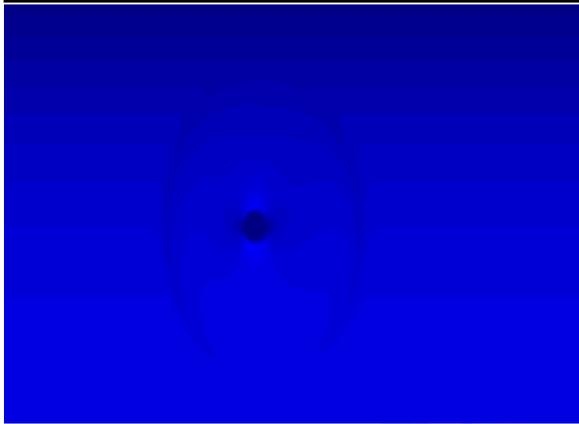
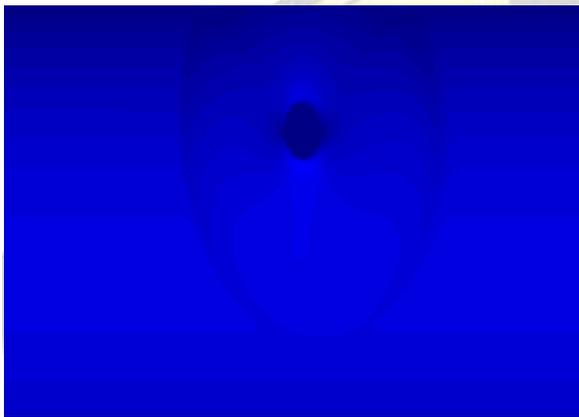
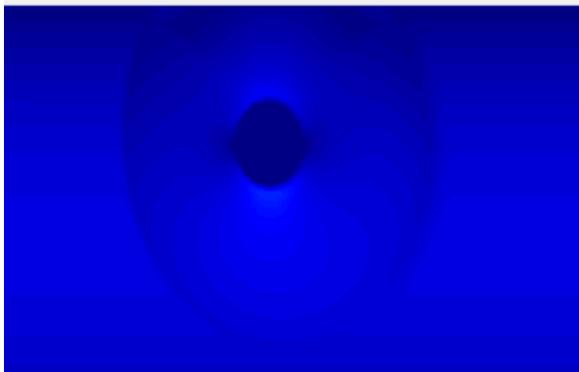
Gambar 1. Model pipa silinder

Dalam hal ini model yang dibuat adalah model volume. Asumsi penyederhanaan model yang digunakan dengan mengabaikan ketebalan pipa. Dalam pembuatan model menggunakan microsoft paint yang di simpan dalam format hitam putih .bmp 256 colors.

Gambar 2. Hasil simulasi aliran laminar

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018**Gambar 3. Hasil simulasi aliran transisi****Gambar 4. Hasil simulasi aliran turbulen**

Pada penelitian ini semakin besar diameter dalam pipa, maka semakin besar pula bilangan reynold. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan CFD (*computational fluid dynamic*) didapatkan hasil bahwa semakin besar diameter dalam pipa yang digunakan, maka aliran fluida yang dihasilkan akan semakin cenderung bersifat turbulen. Dari variasi diameter dalam pipa yang digunakan dalam penelitian ini, didapatkan hasil bahwa diameter 0,3 m termasuk aliran laminar, diameter 0,5 m dan 0,7 m termasuk aliran transisi, serta diameter 1 m termasuk aliran turbulen.

Pada penelitian ini semakin besar kecepatan aliran fluida, maka semakin besar pula bilangan

reynold. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan CFD (*computational fluid dynamic*) didapatkan hasil bahwa semakin besar kecepatan aliran fluida yang digunakan, maka aliran fluida yang dihasilkan akan semakin cenderung bersifat turbulen. Dari variasi kecepatan aliran fluida yang digunakan dalam penelitian ini, didapatkan hasil bahwa kecepatan 0,05 m/s termasuk aliran laminar, kecepatan 0,1 m/s dan 0,15 m/s termasuk aliran transisi, serta kecepatan 1 m/s termasuk aliran turbulen.

Berdasarkan hasil penelitian diatas, semakin besar diameter dalam pipa dan kecepatan aliran fluida, maka nilai dari bilangan reynold juga akan semakin besar. Akibat semakin besar nilai bilangan reynold, maka aliran yang dihasilkan akan semakin cenderung bersifat turbulen. Sebaliknya semakin kecil nilai bilangan reynold maka aliran fluida yang dihasilkan akan cenderung bersifat laminar.

Data penelitian dan pembahasan di atas, digunakan untuk mendesain rancangan bahan ajar fisika kontekstual materi jenis aliran fluida di SMA. Bahan ajar berisi materi jenis aliran fluida yang di kaitkan dengan pembahasan di atas, juga berisi contoh soal dan latihan soal dengan menggunakan data yang telah diperoleh.

PENUTUP**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, maka dapat di ambil kesimpulan berikut: semakin besar diameter dalam pipa dan kecepatan aliran fluida, maka bilangan reynold juga semakin besar. Akibatnya aliran fluida cenderung bersifat turbulen, dan sebaliknya.

Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dalam melakukan penelitian ini, sebaiknya menggunakan *software* yang lebih kompleks, agar data yang di peroleh lebih akurat.

Untuk selanjutnya dapat di lakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi jenis pipa dan dapat pula mengkaji konsep fisika lain pada aliran pipa

DAFTAR PUSTAKA

- Alkindi, H., Y. A. Purwanto, dan D. Wulandani. 2015. Analisis CFD Aliran Udara Panas Pada Pengereng Tipe Rak Dengan Sumber Energi Gas Buang. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*. Vol 3. No 1.
- Indrawati, 2007. Peranan Foto dalam Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Calon Guru Fisika dalam

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

Membuat Media Pembelajaran Fisika Sekolah Menengah yang Kontekstual. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 069: 968-984.

Kayono, I. Y. 2008. *Analisa Aliran Berkembang Penuh Dalam Pipa*. Jakarta. Universitas Indonesia.

Muhajir, K. 2009. Karakterisasi aliran fluida gas-cair melalui pipa sudden contraction. *Jurnal Teknologi*. 2(2): 176-184.

Munson, B. R. 2002. *Mekanika Fluida Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Nurcholis, L. 2008. Perhitungan laju aliran fluida pada jaringan pipa. *Jurnal Keteknikan*. 6(1).

Oktaviani, W., Gunawan., dan Sutrio. 2017. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 3(1): 1-7.

Olson, R. M. and Wright, S. J. 1990. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik*: Gramedia Pustaka Utama.

Sari, D. M., Surantoro., dan Ekawati, E. Y. 2013. Analisis Kesalahan Dalam Menyelesaikan Soal Termodinamika Pada Siswa SMA. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*. 3(1): 5-8.

Suharto. 1991. *Dinamika Dan Mekanika Untuk Perguruan Tinggi*. Jakarta: Rineka Cipta.

Versteeg, H. K. and Malalasekara, W. 2007. *An Introduction To Computational Fluid Dynamics*. England: Pearson Education Limited.

