

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Negara Indonesia adalah negara kepulauan yang dikelilingi oleh lautan luas. Berdasarkan hasil penelitian 'Panitia Nasional Penelitian Laut', luas keseluruhan wilayah Indonesia adalah 5.176.800 km² di mana 3.272.160 km² (\pm 63,2 % dari luas keseluruhan) merupakan lautan [7]. Sehingga dengan melihat sedemikian luasnya lautan yang dimiliki Indonesia maka untuk memanfaatkan dan mengembangkan potensi lautan tersebut secara optimal, diperlukan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu diantaranya ialah Ilmu Hidrodinamik, yang kebutuhannya semakin terasa di Indonesia.

Hidrodinamik adalah pengetahuan mengenai gerakan air (*motion of liquid*) pada titik anomali (4°C) dan keadaan fluida Newtonian. Dalam penggunaannya hidrodinamik ini dapat diterapkan antara lain dalam bidang teknik perkapalan, di mana gerakan - gerakan fluida yang kompleks menjadi sesuatu yang sangat diperhitungkan untuk pembuatan kapal. Penggunaannya yang lain ialah untuk mengembangkan pelabuhan - pelabuhan laut, lengkap dengan dam pemecah gelombang untuk mengamankan daerah disekitarnya, serta masih banyak lagi bidang - bidang yang

memerlukan peran serta ilmu hidrodinamik.

Pada kenyataannya ilmu hidrodinamika tidak dapat berdiri sendiri, sebagai contoh kaitannya dengan ilmu matematika ternyata sangat besar.

I.2 PERMASALAHAN

Persamaan kontinuitas, persamaan gerak (persamaan Bernoulli) dan persamaan Navier Stokes adalah persamaan - persamaan dasar yang selalu digunakan pada setiap permasalahan hidrodinamik. Dalam penyajiannya berbentuk vektor, namun tanpa penjelasan bagaimana diperolehnya persamaan - persamaan tersebut. Sehingga apabila dijumpai suatu permasalahan hidrodinamik yang memerlukan solusi sesuai dengan bentuk suatu persamaan dasar maka akan mendapatkan kesulitan untuk menyelesaikannya.

I.3 PEMBATAHAN MASALAH

Untuk lebih memberikan arah dan agar tidak meluasnya penulisan ini perlu diberikan batasan - batasan sebagai berikut :

1. Perumusan dasar yang digunakan adalah perumusan dasar fluida pada hidrodinamik.
2. Penguraian proses diperolehnya perumusan dasar tersebut dengan menggunakan analisa vektor.

Sebelum melangkah lebih jauh, untuk dapat mempelajari dan mengikuti tugas akhir ini selanjutnya diharapkan pembaca sudah mempunyai latar belakang dalam bidang fisika dan mengerti dasar - dasar dari analisa vektor.

I.4 TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah mengaplikasikan analisa vektor pada perumusan dasar hidrodinamik, hingga diperoleh persamaan - persamaan dasar yang sering digunakan dalam menyelesaikan permasalahan - permasalahan hidrodinamik, yang sering dijumpai dalam penerapannya. Sehingga apabila diperlukan pada suatu permasalahan dalam penerapannya yang lain dapat dengan menganalog-kan proses dalam memperoleh persamaan dasar tersebut.

Dalam penulisan ini dibahas bagaimana proses diperolehnya persamaan - persamaan tersebut dengan menggunakan analisa vektor. Digunakannya analisa vektor dengan pertimbangan lebih sederhana dibandingkan dengan penggunaan integral.

I.5 TINJAUAN PUSTAKA

Teorema yang sering digunakan dalam beberapa perumusan dasar hidrodinamik adalah Hukum Newton II yang menyatakan bahwa gaya (F) merupakan hasil kali massa (m)

dengan percepatan (a). Dapat ditulis :

$$F = m a \quad \dots\dots\dots(1.1)$$

Sebagai penggambaran akan digunakan sebuah kubus fluida kecil dalam sistem koordinat Kartesian dengan sisinya masing - masing Δx_1 , Δx_2 , Δx_3 dan

$$\text{volume kubus } v = \Delta x_1 \Delta x_2 \Delta x_3 \quad \dots\dots\dots(1.2)$$

Dengan massa jenis fluida ρ didapatkan massa fluida sebagai hasil kali massa jenis fluida dan volume kubus atau dapat ditulis :

$$m = \rho \Delta x_1 \Delta x_2 \Delta x_3 \quad \dots\dots\dots(1.3)$$

Percepatan fluida adalah differensial kecepatan terhadap waktu di mana kecepatan fluida

$$v = v (x, y, z) = u i + v j + w k$$

Dengan demikian percepatan fluida dapat ditulis :

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial v}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial v}{\partial z} \frac{dz}{dt} \quad \dots\dots\dots(1.4)$$

bila koordinat bergerak bersama dengan elemen fluida,

maka :

$$u = \frac{dx}{dt} \quad , \quad v = \frac{dy}{dt} \quad , \quad w = \frac{dz}{dt}$$

Sehingga :

$$a = \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{Dv}{Dt} \quad \dots\dots(1.5)$$

di mana

$$\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial t} + v \cdot \nabla$$

Jika Hukum Newton II diaplikasikan pada elemen fluida,

didapat :

$$F = m a$$
$$= \rho \Delta x_1 \Delta x_2 \Delta x_3 \frac{Dv}{Dt} \dots\dots\dots(1.6)$$

Selanjutnya, dengan menggunakan analisa vektor dan analisa tensor serta memperhatikan gaya - gaya yang mempengaruhi elemen fluida, persamaan (1.6) menjadi :

$$\frac{Dv}{Dt} = - \frac{1}{\rho} \nabla p + \frac{1}{\rho} F_B + \nu \nabla^2 v \dots(1.7)$$

Persamaan (1.7) disebut Persamaan NAVIER STOKES, yang akan dibahas secara lengkap pada Bab III.

I.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Di dalam Bab I berisikan tentang latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penulisan dan tinjauan pustaka serta sistematika penulisan.

Bab II merupakan bab penunjang untuk Bab III. Di dalam Bab II antara lain dibahas :

- Bilangan Reynold dan Froude
- Jenis - jenis aliran
- Contoh - contoh aliran
- Konsep kontinum

Dan Bab III adalah inti dari penulisan ini yaitu aplikasi analisa vektor pada perumusan dasar hidrodinamik di mana akan dibahas proses diperolehnya persamaan - persamaan dasar hidrodinamik, yaitu persamaan kontinuitas;

persamaan gerak (persamaan Bernoulli) dan persamaan Navier Stokes, dengan menggunakan analisa vektor.

Bab IV merupakan kesimpulan dari penulisan yang telah dibahas dalam tugas akhir ini.