

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

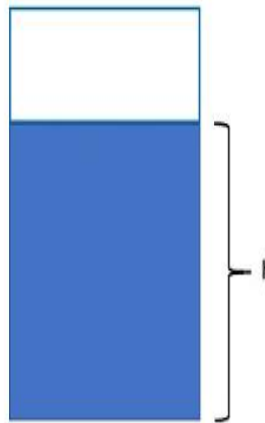
Penelitian yang membahas tentang sistem pintu air sudah banyak dilakukan di berbagai lembaga riset formal seperti Perguruan Tinggi maupun non formal. Pokok bahasan penelitian ini berkaitan dengan sistem pintu air. Terdapat beberapa riset yang berhubungan dengan sistem pintu air, salah satunya dari Susi Hidayah dkk.(2017) dengan judul Pintu Air Irigasi Kombinasi Aliran Atas Dan Bawah yang membahas mengenai kelemahan dan kelebihan pintu bukaan atas dan pintu bukaan bawah. . Penelitian Susi Hidayah dkk.(2017) menggunakan motor penggerak atau dengan sebutan elektromekanis sebagai mekanisme buka tutup pintu airnya sedangkan penelitian ini mengandalkan pelampung yang akan naik turun berdasarkan ketinggian muka air. Penelitian ini berhubungan dengan pintu bukaan atas, artinya menggunakan poros yang diposisikan sebagai sendi untuk menggerakkan pintu air. Hasil uji yang diperoleh dari penelitian Susi Hidayah dkk.(2017) menunjukkan bahwa pintu air kombinasi atas bawah secara fisik memenuhi nilai syarat pembebanan. Secara hidraulik, pintu dapat memberikan prediksi debit yang akurat pada kombinasi variasi tinggi muka air di atas ambang 10, 20, dan 30 cm. Pintu air ini juga dapat mengatur debit secara efektif untuk memenuhi perubahan kebutuhan air di areal layanan.

2.2 Dasar Teori

Berikut landasan teori yang digunakan untuk mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini:

2.2.1 Tekanan Hidrostatik

Tekanan Hidrostatik merupakan tekanan yang diakibatkan oleh zat cair yang diam pada suatu kedalaman tertentu. Besarnya tekanan hidrostatik tergantung dari ketinggian zat cair, massa jenis zat cair, dan percepatan gravitasi bumi. Dalam tekanan pada zat cair, jika dikaitkan dengan kedalaman zat cair dalam suatu tempat, semakin dalam suatu tempat dalam zat cair, tekanan pada tempat tersebut akan semakin besar (Resnick, 1991).



Gambar 2-1 Contoh Tekanan Hidrostatik didalam Wadah
(Sumber : <http://fisikaituasyik.weebly.com/tekanan-hidrostatik.html>)

Dari penjelasan penurunan rumus tekanan hidrostatik di atas diperoleh dua kesimpulan antara lain (Resnick, 1991).

1. Volume tidak mempengaruhi besarnya tekanan hidrostatik
2. Besarnya tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh kedalaman, gravitasi dan massa jenis zat cair (fluida)

2.2.2 Penerapan Hukum Archimedes

Menurut (Resnick, 1991), hukum Archimedes menjelaskan hubungan gaya berat dan gaya ke atas pada suatu benda jika dimasukkan ke dalam air. Akibat adanya gaya angkat ke atas (gaya apung), benda yang ada didalam zat cair beratnya akan berkurang sehingga benda yang diangkat dalam air akan terasa lebih ringan dibandingkan ketika diangkat di darat.

Rumus gaya angkat Hukum Archimedes (Resnick, 1991).

$$F_a = \rho_f \times g \times V_b \dots\dots\dots (2.1)$$

$$F_H = F_a - W \dots\dots\dots (2.2)$$

$$F_H = \rho_f \cdot g \cdot v_b - (W_b + W_u) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

F_a = gaya angkat (N)

F_H = gaya angkat hidrostatis (N)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

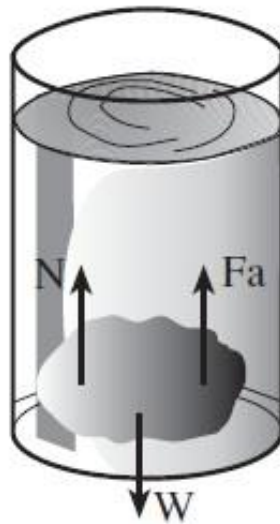
V = volume (m^3)

W = berat benda (N)

Menurut (Resnick, 1991), didalam penerapan Hukum Archimedes, ada tiga keadaan benda saat dicelupkan ke dalam zat cair:

1. Benda Tenggelam

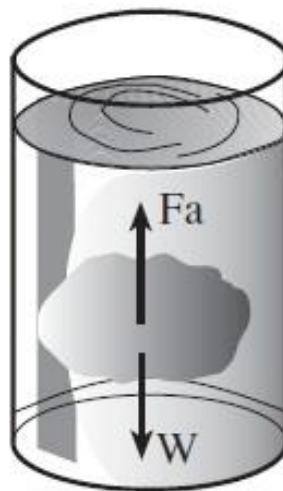
Keadaan ini terjadi saat massa jenis zat cair lebih kecil dari massa jenis benda. Contohnya besi atau baja akan tenggelam jika dimasukkan ke dalam air.



Gambar 2-2 Benda Tenggelam saat $F_a < W$
(Sumber: *fisikazone.com*)

2. Benda Melayang

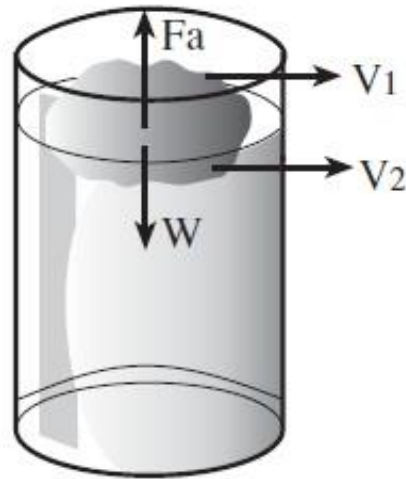
Keadaan ini terjadi saat massa jenis zat cair sama dengan massa jenis benda. Contohnya telur yang dimasukkan ke dalam air yang ditambahkan sedikit garam akan melayang karena massa jenis keduanya sama.



Gambar 2-3 Benda Melayang saat $F_a = W$
(Sumber: *fisikazone.com*)

3. Benda Terapung

Keadaan ini terjadi saat massa jenis zat cair lebih besar dari massa jenis benda. Contohnya *sterofoam* atau plastik akan terapung jika dimasukkan ke dalam air.



Gambar 2-4 Benda Terapung saat $F_a > W$
(Sumber: *fisikazone.com*)

Menurut (Resnick, 1991), contoh penerapan hukum Archimedes di berbagai bidang kerja adalah sebagai berikut:

1. Kapal Selam

Kapal selam mampu mengatur massa jenisnya di dalam air agar bisa menyelam, melayang dan mengapung di permukaan air dengan cara mengeluarkan atau memasukkan air untuk mengurangi atau menambahkan massanya.

2. Balon Udara

Penerapan Hukum Archimedes juga berlaku pada benda jenis gas yaitu pada balon udara. Agar dapat melayang di udara, balon udara diisi

dengan gas yang memiliki massa jenis lebih kecil daripada massa jenis udara di atmosfer.

3. Kapal Laut

Kapal laut biasanya terbuat dari baja atau besi, tetapi dapat mengapung di atas laut karena gaya angkat kapal sebanding dengan berat kapal.

Kapal laut memiliki bentuk berongga sehingga volume air yang dipindahkan lebih besar dan gaya angkat ke atas lebih besar juga.

2.2.3 Dinamika Rotasi

Menurut (Resnick, 1991), ketika suatu benda bergerak pada lintasan lurus, maka benda tersebut dapat dikatakan bergerak secara translasi. Akan tetapi, ketika benda tersebut bergerak pada sumbu putarnya atau bergerak pada lintasan melingkar maka benda tersebut bergerak secara rotasi.

Ketika benda bergerak secara translasi, benda tersebut dapat menerima gaya eksternal jika diberikan. Gaya yang diberikan ini dapat mengubah arah lintasan benda. Akan tetapi ketika benda bergerak berputar atau pada lintasan melingkar, benda tersebut dapat juga menerima gaya yang lebih dikenal sebagai torsi.

Menurut (Resnick, 1991), momen gaya atau torsi dapat didefinisikan dengan beberapa pengertian antara lain:

1. Torsi adalah gaya pada sumbu putar yang dapat menyebabkan benda bergerak melingkar berputar
2. Torsi disebut juga momen gaya

3. Momen gaya bernilai positif untuk gaya yang menyebabkan benda bergerak berputar searah dengan putaran jarum jam dan jika benda berotasi dengan arah berlawanan putaran jam, maka torsi bernilai negatif

Momen gaya didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya dengan jarak titik ke garis kerja gaya pada arah tegak lurus. Besarnya momen gaya adalah (Resnick, 1991).

$$T = F \times r \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

T = Torsi atau momen gaya (N.m)

r = Lengan gaya (m)

F = Gaya yang diberikan tegak lurus dengan lengan gaya (N)

2.2.4 Jenis dan Fungsi Sistem Pintu Air

Menurut Bambang Triarmodjo dkk (1992), sistem pintu air berfungsi sebagai pengatur aliran air untuk darinase atau pembuangan, penyadap dan pengatur lalu lintasan air. Ditinjau dari segi konstruksinya, pintu air dapat dibedakan dalam dua tipe yaitu pintu air tipe saluran terbuka atau disebut pintu air saluran (*gate*) dan pintu air tipe saluran tertutup atau disebut pintu air terowongan (*sluice*). Untuk topik penelitian yang berjudul pintu air otomatis berpengerak mekanik termasuk dalam jenis pintu air saluran terbuka.

Berdasarkan bentuknya, pintu air dibagi menjadi beberapa antara lain :

1. Pintu air geser (*slide gate, sliding gate, sluice gate*)
2. Pintu air dengan roda (*roller gate*)

Pembagian tipe pintu air berdasarkan jenisnya antara lain:

1. Pintu pengatur (*regulating gate*)
2. Pintu air penjaga (*guard gate*)
3. Pintu air pengeluaran (*outlet gate*)

2.2.5 Penerapan ilmu *Computational Fluid Dynamics*

Menurut Verseeq (1995), *Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan ilmu yang mempelajari cara memprediksi pola aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika atau model matematika. Pada dasarnya CFD mengganti persamaan-persamaan diferensial parsial dari kontinuitas, momentum, dan energi dengan persamaan-persamaan aljabar. Beberapa analisis yang dapat dipecahkan sistem komputasi dinamika fluida, antara lain: (*Solidworks User Guide*, 2010)

1. *Radiation heat transfer analysis*

Melihat bagaimana panas ditransfer antar *high-temperature surfaces*.

2. *Rotating reference frame analysis*

Sangat mudah untuk memahami arus rotasi yang kompleks pada sistem.

3. *Transient flow analysis*

Untuk mensimulasikan aliran yang tidak stabil dari waktu ke waktu.

4. *Conduction and convection heat transfer analysis*

Melihat bagaimana panas mengalir melewati sebuah objek

5. *External flow analysis*

Melihat bagaimana cairan dan gas melewati saluran, hal ini berkaitan dengan topik penelitian penulis yang berjudul pintu air otomatis berpengerak mekanik dengan tinggi saluran drainase 1,5 meter.

Menurut (Verseeg, 1995), parameter yang digunakan untuk simulasi untuk menentukan kondisi batas (*boundary condition*) antara lain:

a. *Velocity Inlet*

Digunakan untuk mendefinisikan kecepatan aliran dan besaran skalar lainnya pada sisi masuk aliran. Kondisi batas ini hanya digunakan untuk aliran inkompresibel.

b. *Mass Flow Inlet*

Pada kondisi batas ini harus dimasukkan data laju aliran massa atau fluks massa, temperature fluida (apabila mengaktifkan persamaan energi), tekanan gauge pada sisi masuk, arah aliran, dan besaran turbulensi.

c. *Outflow*

Kondisi batas ini digunakan apabila data aliran pada sisi keluar tidak diketahui. Data pada sisi keluar diekstrapolasi dari data yang ada pada aliran sebelum mencapai sisi keluar.

d. *Dinding (Wall)*

Kondisi batas ini digunakan sebagai dinding untuk aliran fluida dalam saluran atau dapat disebut juga sebagai dinding saluran. Kondisi batas ini digunakan juga sebagai pembatas antara daerah fluida (cair dan gas) dan padatan.