

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ilmu Fisika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang bagian – bagian dari alam dan interaksi di dalamnya. Fenomena – fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekitar dapat dijelaskan dengan menggunakan ilmu Fisika. Dari hasil survei dengan memberikan kuesioner ke beberapa siswa SMU dan SMP tentang pelajaran yang mereka sukai, sedikit sekali siswa yang menyukai pelajaran Fisika dari 60 siswa yang berikan pertanyaan hanya 12 siswa yang menyukai pelajaran Fisika, alasan mereka tidak menyukai pelajaran fisika rata-rata dikarenakan kejenuhan cara pembelajaran fisika di sekolah dan konsep fisika yang sulit dipahami, padahal Fisika sangatlah penting bagi kemajuan teknologi, berdasarkan hasil survey diatas maka dibutuhkannya suatu alat pembelajaran yang dapat menarik perhatian mereka akan pelajaran Fisika, dimana penyusun mempunyai sebuah ide yaitu dengan membuat suatu pembelajaran Fisika menggunakan Perangkat Lunak.

. Salah satu fenomena alam yang cukup menarik untuk dipelajari menggunakan simulasi adalah fenomena terapung atau tidaknya suatu benda pada suatu medium (zat). Fenomena ini dapat dijelaskan dengan menggunakan hukum *Archimedes*, dimana hukum *Archimedes* ini sangat penting terdapat dalam kurikulum pelajaran SMU dan SMP..

Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam suatu zat cair akan mengalami keadaan terapung, melayang atau tenggelam. Keadaan ini ditentukan oleh massa jenis dan volume benda serta zat cair tersebut. Selain itu, pencelupan benda tersebut juga akan mengakibatkan ketinggian dari zat cair bertambah sehingga terdapat kemungkinan bahwa zat cair tersebut tumpah jika wadahnya tidak mencukupi. Jika benda terapung, maka banyaknya volume benda yang terapung atau tinggi benda yang muncul di permukaan zat cair juga dapat dihitung. Perhitungan-perhitungan di atas menggunakan paduan beberapa rumusan Fisika seperti rumusan mengenai gaya, massa jenis, volume dan sebagainya.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Fluida [3]

Materi mempunyai tiga keadaan yaitu padat, cair dan gas. Zat padat mempunyai bentuk tetap. Sedangkan zat cair dan gas mempunyai bentuk yang berubah-ubah dan dapat mengalir. Karena dapat mengalir, maka zat cair dan gas dinamakan fluida atau zat alir.

Fluida dapat dibagi dalam dua bagian yaitu fluida tak bergerak (statis) dan fluida bergerak (dinamis). Dalam pembahasan fluida ini, dibatasi hanya pada fluida ideal saja dan tidak akan dibahas mengenai fluida sebenarnya (fluida sejati).

Fluida ideal adalah fluida yang memiliki beberapa sifat berikut ini :

1. Tidak kompresibel artinya tidak mengalami perubahan volume akibat adanya tekanan.
2. Ketika bergerak tidak mengalami gesekan.
3. Alirannya stasioner (aliran yang konstan).

Sedangkan fluida sejati adalah fluida yang memiliki beberapa sifat berikut ini :

1. Kompresibel artinya volume atau massa jenisnya berubah ketika mendapat tekanan.
2. Gesekan antara fluida dengan dinding tabung tidak diabaikan.
3. Alirannya tidak stasioner (turbulen atau bergejolak).

Pembahasan ini hanya dibatasi pada fluida tak mengalir saja. Ilmu yang mempelajari tentang fluida tak mengalir disebut hidrostatika. Konsep penting yang berhubungan dengan fluida adalah konsep tekanan.

## 2.2 Konsep Tekanan

Tekanan merupakan suatu besaran yang didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu benda tiap satuan luas benda itu. Tekanan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

F = gaya.

A = luas permukaan benda yang mendapat gaya.

P = tekanan pada benda.

Persamaan (2.1) di atas menunjukkan bahwa ketika luas penampang lebih kecil maka tekanan bertambah besar. Misalnya pisau tajam memberikan tekanan yang lebih besar dibandingkan dengan pisau tumpul karena luas permukaan (bagian yang tajam) dari pisau tajam lebih kecil dibandingkan dengan yang dipunyai pisau tumpul.

Dalam sistem internasional gaya dinyatakan dalam newton (N) dan luas dalam  $m^2$  sehingga tekanan dinyatakan dalam  $N/m^2$  yang dikenal dengan nama pascal atau Pa.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Untuk keperluan cuaca digunakan satuan tekanan yang lain, yakni atmosfer (atm), cm-raksa (cmHg) dan millibar (mb).

$$1 \text{ mb} = 0,001 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,01 \text{ bar}$$

Sedangkan ban mobil biasanya dinyatakan dalam kilopascal atau kPa.

$$1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa}$$

Tekanan adalah besaran yang tidak mempunyai arah dan termasuk besaran skalar.

### 2.2.1 Tekanan Hidrostatik

Tekanan dalam zat cair yang tidak mengalir dapat diselidiki dengan menggunakan alat Hartl. Tekanan di dalam zat cair bergantung pada kedalaman, semakin dalam letak suatu tempat di dalam zat cair, makin besar tekanan pada tempat itu.

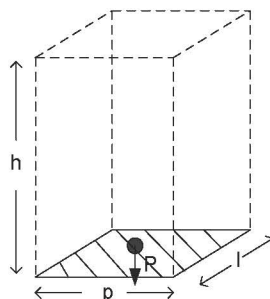
Jika sebuah tangki diisi dengan air, kemudian tangki tersebut dilubangi di tiga tempat berbeda, maka air akan memancar dari ketiga lubang itu. Pancaran air dari lubang yang paling bawah akan menempuh lintasan yang paling jauh. Peristiwa ini membuktikan pernyataan di atas, yakni semakin dalam letak suatu tempat di dalam zat cair, maka semakin besar tekanan pada tempat itu.

Tekanan zat cair yang bekerja pada dinding dasar bendungan lebih besar daripada yang bekerja pada dinding atas bendungan. Untuk luas dinding yang sama, gaya tekan zat cair pada dinding dasar bendungan lebih besar daripada yang bekerja pada dinding atas bendungan. Itulah sebabnya desain bagian dasar bendungan selalu dibuat lebih tebal daripada bagian atasnya.

Gaya gravitasi menyebabkan zat cair dalam suatu wadah selalu tertarik ke bawah. Makin tinggi zat cair dalam wadah, makin berat zat cair itu, sehingga makin besar tekanan yang dikerjakan zat cair pada dasar wadah. Tekanan zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya disebut tekanan hidrostatik.

Misalnya dianggap zat cair terdiri dari beberapa lapis. Lapisan bawah ditekan oleh lapisan-lapisan di atasnya sehingga menerima tekanan yang lebih besar. Lapisan paling atas hanya ditekan oleh udara sehingga tekanan pada permukaan zat cair sama dengan tekanan atmosfer.

Untuk menurunkan rumus tekanan hidrostatik, bayangkan luas penampang persegi panjang (luas yang diarsir),  $p \times l$ , yang terletak pada kedalaman  $h$  di bawah permukaan zat cair, dengan massa jenis  $\rho$ , seperti tampak pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Balok dengan ukuran  $p \times l \times h$

Volume zat cair di dalam balok =  $p \times l \times h$ , sehingga massa zat cair di dalam balok adalah :

$$m = \rho \times V \dots\dots\dots (2.2)$$

$$m = \rho \times p \times l \times h \dots\dots\dots (2.3)$$

Berat zat cair di dalam balok adalah :

$$F = m \times g \dots\dots\dots (2.4)$$

$$F = \rho \times p \times l \times h \times g \dots\dots\dots (2.5)$$

Tekanan zat cair di sembarang titik pada luas bidang yang diarsir adalah :

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{\rho \times p \times l \times h \times g}{p \times l}$$

$$P = \rho \times g \times h$$



Jadi, tekanan hidrostatis ( $P$ ) zat cair dengan massa jenis  $\rho$  pada kedalaman  $h$  dirumuskan dengan :

$$\boxed{P = \rho \times g \times h} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan :

$P$  = tekanan hidrostatis zat cair (Pa, atm)

$\rho$  = massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{g/cm}^3$ )

$g$  = gaya gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ;  $980 \text{ cm/s}^2$ )

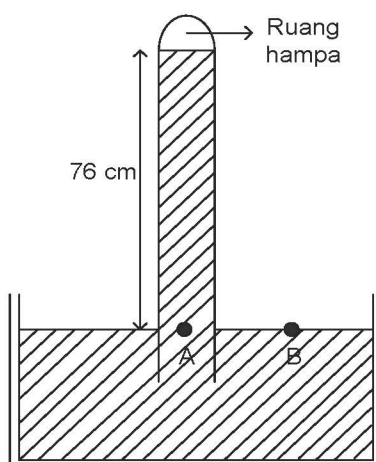
$h$  = letak kedalaman pada zat cair (m, cm)

### 2.2.2 Hukum Pokok Hidrostatik

Tekanan hidrostatik pada suatu titik di dalam suatu zat cair bergantung pada massa jenis zat cair dan letak titik tersebut di bawah permukaan zat cair. Ini berarti, di dalam satu jenis zat cair (misalnya air dalam suatu wadah) tekanan hidrostatik hanya bergantung pada letak titik tersebut dari permukaan zat cair (kedalaman). Untuk semua titik yang terletak pada kedalaman yang sama maka tekanan hidrostatiknya sama. Karena permukaan zat cair terletak pada bidang datar, maka titik-titik yang memiliki tekanan yang sama terletak pada suatu bidang datar, sehingga dapat dinyatakan bahwa semua titik yang terletak pada bidang datar di dalam satu jenis zat cair, memiliki tekanan yang sama. Pernyataan ini disebut hukum pokok hidrostatik.

### 2.2.3 Tekanan Atmosfer[4]

Pada lapisan atas dari zat cair sesungguhnya bekerja tekanan atmosfer. Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelimuti bumi. Pada tiap bagian atmosfer bekerja gaya tarik gravitasi. Makin ke bawah, makin berat lapisan udara yang di atasnya. Oleh karena itu, makin rendah suatu tempat, makin tinggi tekanan atmosfernya. Di permukaan laut, tekanan atmosfer bernilai kira-kira 1 atm atau  $1,01 \times 10^5$  Pa. Tekanan ini pertama kali diukur oleh Evangelista Torricelli (1608 – 1647). Ia mengisi sebuah tabung panjang penuh dengan air raksa sehingga tidak ada udara dalam tabung. Kemudian ia membalikkan tabung itu dan meletakkannya dalam sebuah bejana berisi air raksa seperti terlihat pada gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Percobaan Torricelli

Torricelli mencatat bahwa air raksa yang menonjol di atas permukaan bejana adalah 76 cm. Menurut Pascal, tekanan atmosfer yang bekerja di permukaan air raksa pada bejana akan diteruskan ke segala arah termasuk ke dalam tabung. Di titik A tekanan udara ini dilawan dengan berat air raksa dalam tabung. Ketika keadaan seimbang tekanan di A sama dengan tekanan di B. Air raksa yang semula penuh sekarang turun sedemikian sehingga tekanan akibat berat air raksa ini sama dengan tekanan atmosfer.

Karena tinggi air raksa pada tabung adalah 76 cm, maka tekanan 1 atm sering dikatakan sebagai 76 cmHg. Selain tabung atau pipa Torricelli, untuk mengukur tekanan atmosfer orang menggunakan barometer.

#### 2.2.4 Tekanan pada Suatu Kedalaman Tertentu di dalam Zat Cair

Tekanan pada suatu kedalaman tertentu di dalam zat cair juga dipengaruhi oleh tekanan atmosfer yang menekan lapisan zat cair paling atas. Dengan demikian, tekanan pada suatu kedalaman tertentu di dalam zat cair dapat diperbaharui menjadi persamaan (2.7) berikut ini :

$$P = P_0 + \rho g h \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan :

$P_0$  = tekanan atmosfer.

$P$  = tekanan hidrostatik zat cair (Pa, atm)

$\rho$  = massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{g/cm}^3$ )

$g$  = gaya gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ;  $980 \text{ cm/s}^2$ )

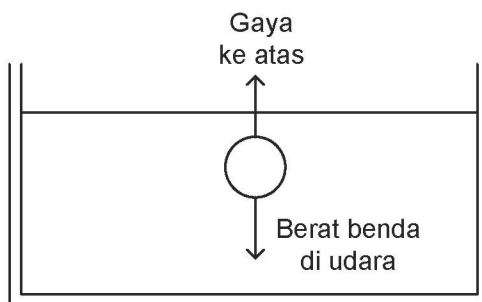
$h$  = letak kedalaman pada zat cair (m, cm)

#### 2.3 Hukum Archimedes

Ambil sebutir batu, kemudian celupkan batu tersebut dalam air. Batu akan terasa lebih ringan. Sekarang, ambil sekeping papan, lalu letakkan pada permukaan air, maka papan akan tampak terapung.

Pada waktu batu diletakkan di dalam air, maka sekeliling batu akan mendapat tekanan. Gaya akibat tekanan air pada arah mendatar saling menghapuskan sedangkan

pada arah vertikal tidak, yaitu gaya arah ke atas lebih besar dari gaya arah ke bawah. Selisih gaya arah ke atas dan yang ke bawah ini dinamakan gaya ke atas. Akibat gaya ke atas inilah batu terasa lebih ringan ketika berada di dalam air. Ilustrasi dari keadaan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini :



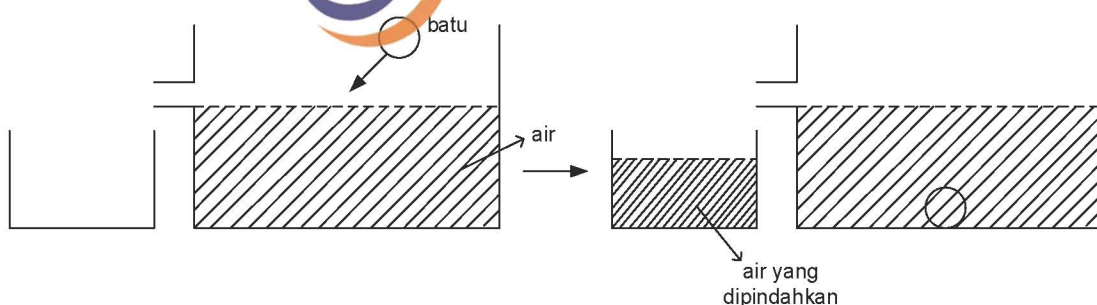
Gambar 2.3 Ilustrasi Pencelupan Batu dalam Air

$$\text{Berat dalam air} = \text{Berat di udara} - \text{gaya ke atas} \dots\dots\dots (2.8)$$

Berat dalam suatu zat cair sering dinamakan dengan berat semu. Seorang ilmuwan Yunani yang bernama Archimedes (287 – 212 SM) berhasil mengukur gaya ke atas ini. Pernyataan ini dikenal sebagai hukum Archimedes.

**“Suatu benda yang dicelupkan ke dalam suatu fluida akan mengalami gaya ke atas sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda”.**

Agar lebih memahami pengertian dari berat fluida yang dipindahkan, simaklah gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Ilustrasi berat fluida yang dipindahkan

Gambar 2.4 di atas melukiskan suatu gelas berpancur berisi suatu fluida (air) sampai di pancurannya dan di dekatnya terdapat sebuah gelas ukuran. Ketika sebutir batu dimasukkan ke dalam gelas berpancur, permukaan zat cair naik dan zat cair

memancur ke gelas ukuran. Berat zat cair yang terdapat dalam gelas ukuran inilah yang dimaksud dengan berat fluida yang dipindahkan.

Berat benda dalam zat cair sesungguhnya tidak berkurang tetapi ketika benda dicelupkan ke dalam zat cair maka zat cair memberikan gaya ke atas kepada benda. Akibatnya, resultan gaya yang bekerja pada benda menjadi lebih kecil, dan resultan inilah yang terbaca pada neraca pegas ketika benda dicelupkan dalam zat cair. Jika berat benda dalam zat cair disebut berat semu, maka secara matematis dapat ditulis seperti persamaan (2.9) berikut ini :

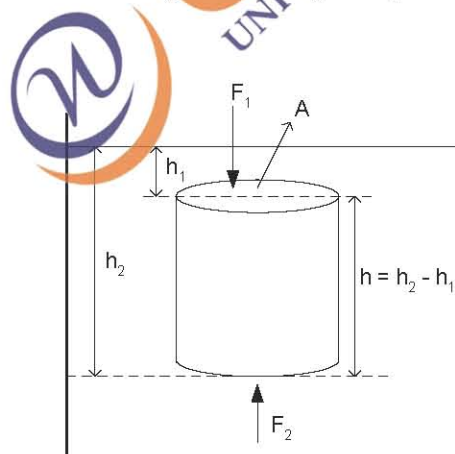
$$\text{Gaya ke atas} = \text{berat benda} - \text{berat semu}$$

$$F_A = w - \text{berat semu} \dots\dots\dots (2.9)$$

### 2.3.1 Menentukan Rumus Gaya ke Atas

Gaya ke atas terjadi karena semakin dalam zat cair, maka semakin besar tekanan hidrostatisnya. Ini menyebabkan tekanan pada bagian bawah benda lebih besar daripada tekanan pada bagian atasnya.

Perhatikan sebuah silinder yang tingginya  $h$ , luasnya  $A$ , yang tercelup seluruhnya di dalam zat cair dengan massa jenis  $\rho_f$  seperti terlihat pada gambar 2.5 berikut ini :



Gambar 2.5 Menentukan Gaya ke Atas

Fluida melakukan tekanan hidrostatis  $P_1 = \rho_f \cdot g \cdot h_1$  pada bagian atas silinder. Gaya yang berhubungan dengan tekanan ini adalah  $F_1 = P_1 \cdot A = \rho_f \cdot g \cdot h_1 \cdot A$  berarah ke bawah. Dengan cara yang sama, fluida melakukan tekanan hidrostatis  $F_2 = P_2 \cdot A = \rho_f \cdot g \cdot h_2 \cdot A$  dengan arah ke atas.

Resultan kedua gaya tersebut adalah gaya ke atas ( $F_A$ ) yang besarnya :

$$\begin{aligned}
 F_A &= F_2 - F_1 \\
 &= \rho_f \cdot g \cdot h_2 \cdot A - \rho_f \cdot g \cdot h_1 \cdot A \\
 &= \rho_f \cdot g \cdot A \cdot (h_2 - h_1) \\
 &= \rho_f \cdot g \cdot A \cdot h && \rightarrow \text{karena } h_2 - h_1 = h \\
 &= \rho_f \cdot g \cdot V && \rightarrow \text{karena } A \cdot h = V \text{ adalah volume silinder}
 \end{aligned}$$

Besaran  $\rho_f$  adalah massa jenis fluida, sehingga  $\rho_f \cdot g \cdot V = m \cdot g$  adalah berat fluida yang volumenya sama dengan volume silinder. Dengan demikian, gaya ke atas pada silinder sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh silinder. Nilai ini berlaku untuk sembarang bentuk benda. Secara matematis dapat ditulis seperti persamaan (2.10) dan (2.11) berikut ini :

$F_A = m_f \cdot g$	..... (2.10)
$F_A = \rho_f \cdot g \cdot V$	..... (2.11)

Dengan :

- $m_f = \rho_f \cdot V =$  massa fluida yang dipindahkan (kg, g)
- $\rho_f =$  massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>, g/cm<sup>3</sup>).
- $V =$  volume benda yang tercelup dalam zat cair (m<sup>3</sup>, cm<sup>3</sup>).
- $F_A =$  gaya ke atas oleh fluida (N, dyne).

**2.3.2 Syarat Tenggelam, Melayang dan Mengapung**

Suatu benda dikatakan tenggelam jika berat benda lebih besar daripada gaya ke atasnya. Jika volume benda  $V$  dan massa jenis benda  $\rho_B$  maka berat benda adalah :

$$W_B = m \cdot g = V \cdot \rho_B \cdot g \dots\dots\dots (2.12)$$

Ketika benda tenggelam, volume zat cair yang dipindahkan  $V_p$  sama dengan volume benda sehingga gaya ke atas yang diterima benda (berat fluida yang dipindahkan) adalah :

$$F_A = V_p \cdot \rho_f \cdot g = V \cdot \rho_f \cdot g \dots\dots\dots (2.13)$$

Karena  $W_B > F_A$ , maka :

$$\begin{aligned}
 W_B &> F_A \\
 V \cdot \rho_B \cdot g &> V \cdot \rho_f \cdot g
 \end{aligned}$$

Atau :

$$\rho_B > \rho_f \dots\dots\dots (2.14)$$

Jadi benda akan tenggelam jika massa jenisnya lebih besar daripada massa jenis zat cair. Contoh benda tenggelam : batu atau besi yang dimasukkan ke dalam air.

Suatu benda dikatakan melayang jika berat benda sama besar dengan gaya ke atasnya. Ketika benda melayang, volume zat cair yang dipindahkan  $V_p$  sama dengan volume benda  $V$  karena seluruh benda tercelup dalam zat cair, sehingga gaya ke atas yang diterima benda adalah :

$$F_A = V \cdot \rho_B \cdot g \dots\dots\dots (2.15)$$

Karena  $W_B = F_A$  maka :

$$W_B = F_A$$

$$V \cdot \rho_B \cdot g = V \cdot \rho_f \cdot g$$

Atau :

$$\rho_B = \rho_f \dots\dots\dots (2.16)$$

Jadi suatu benda akan melayang jika massa jenisnya sama dengan massa jenis zat cair. Contoh benda melayang ikan yang sedang berenang.

Suatu benda dikatakan terapung jika berat benda lebih kecil daripada gaya ke atasnya. Ketika benda terapung, volume zat cair yang dipindahkan  $V_p$  sama dengan volume benda yang tercelup saja. Ini tidak sama dengan volume total benda  $V$ . Gaya ke atas yang diterima benda adalah :

$$F_A = V_p \cdot \rho_B \cdot g \dots\dots\dots (2.17)$$

Karena  $W_B < F_A$  maka :

$$W_B < F_A$$

$$V \cdot \rho_B \cdot g < V_p \cdot \rho_f \cdot g$$

Atau :

$$\rho_B < \frac{V_p}{V} \rho_f$$

Namun karena  $V_p$  selalu lebih kecil daripada  $V$ , maka :

$$\rho_B < \rho_f \dots\dots\dots (2.18)$$

Contoh benda terapung adalah gabus yang diletakkan di dalam air.

### 2.3.3 Kemurnian Zat [6]

Archimedes menemukan hukumnya di dalam kamar mandi sewaktu sedang berpikir bagaimana menguji apakah mahkota raja yang baru dibuat adalah murni dari emas atau tidak.

Untuk mengetahui kemurnian dari suatu benda (zat) dapat dilakukan dengan mencelupkan benda (zat) tersebut ke dalam suatu fluida, kemudian dihitung massa jenis benda tersebut berdasarkan massa benda tersebut di dalam fluida. Jika massa jenis benda hasil perhitungan sama dengan massa jenis benda yang sebenarnya, maka benda tersebut dikatakan murni.

Pernyataan di atas dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Hitung gaya ke atas dari fluida terhadap benda.  
Gaya ke atas ( $F_A$ ) = (m di udara – m di air) x g
2. Hitung volume benda yang tercelup dalam fluida.  
 $V_f = F_A / (\text{Massa jenis fluida} \times g)$
3. Hitung massa jenis benda dengan menggunakan bantuan massa benda di udara.  
Massa jenis benda = W di udara / (V benda x g)
4. Jika hasil perhitungan massa jenis benda pada langkah (3) sama dengan massa jenis benda yang sebenarnya, maka benda tersebut dikatakan murni.
5. Jika tidak, maka benda tersebut dikatakan tidak murni.

### 2.3.4 Penerapan Hukum Archimedes

Ada beberapa penerapan hukum Archimedes di dalam alat-alat teknik. Beberapa di antaranya adalah :

1. Hidrometer, yaitu alat yang dipakai untuk mengukur massa jenis zat cair.
2. Kapal laut dan kapal selam.
3. Galangan kapal.
4. Balon udara

## 2.4 Perangkat Lunak Pembelajaran [7]

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia dan kemajuan pesat di bidang teknologi, tanpa disadari komputer telah ikut berperan dalam dunia pendidikan terutama penggunaannya sebagai alat bantu pengajaran. Percobaan penggunaan komputer untuk proses belajar dimulai di Amerika Serikat pada akhir tahun 1950-an dan awal tahun 1960-an. Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan oleh Harvard University bekerja sama dengan IBM pada tahun 1965. Setelah munculnya komputer mikro, sistem pengajaran dengan komputer menjadi semakin meluas pada pengembangan aplikasi perangkat lunak ajar yang dikenal dengan istilah perangkat lunak pembelajaran. Perangkat lunak pembelajaran dengan komputer muncul dari sejumlah disiplin ilmu, terutama ilmu komputer dan psikologi. Dari ilmu komputer dan matematika muncul program – program yang membuat semua perhitungan dan fungsi lebih mudah dan bermanfaat. Sedangkan dari ilmu psikologi muncul pengetahuan mengenai teori belajar, teknik belajar, serta motivasi yang baik.

Banyak istilah yang dipakai untuk menyatakan perangkat lunak pembelajaran dengan komputer, seperti *Computer Assisted Instruction* (CAI), *Computer Based Instruction* (CBI), *Computer Based Education* (CBE), *Computer Assisted Learning* (CAL), atau *Computer Based Training* (CBT).

### 2.4.1 Tujuan Perangkat Lunak Pembelajaran

Tujuan dari perangkat lunak pembelajaran antara lain :

#### 1. Peningkatan pengawasan

CBT melakukan peningkatan pengawasan dalam hal pemakaian dan penyelesaian suatu materi, peningkatan standarisasi suatu pelatihan, serta pengawasan kemampuan belajar. Dengan pemakaian komputer dalam pelatihan, diharapkan keseragaman materi bisa tercapai dan memiliki nilai standarisasi yang tinggi.

#### 2. Penggunaan sumber daya

Dengan pelatihan pada beberapa tempat atau kantor cabang dapat mengurangi kebutuhan fasilitas latihan dan tenaga pengajar. Pelatihan ini untuk menangani sejumlah pelajar maka tentu saja dapat dilakukan lagi penanganan jumlah pelajar yang lebih banyak.

### 3. Individualisasi

Dengan adanya CBT, maka pelajar dapat belajar sendiri kapan saja sesuai dengan kemampuannya. Selain itu, pelajar dapat memilih topik mana yang hendak mereka pelajari dan bebas berlatih dengan materi yang diinginkan.

### 4. Ketepatan waktu dan tingkat ketersediaan

Masalah utama dalam pelatihan adalah harus dapat memberikan materi pada waktu dan tempat yang tepat. CBT memungkinkan memberi pelatihan dengan cepat.

### 5. Pengurangan waktu latihan

Menurut suatu penelitian, pelatihan yang dilakukan dengan komputer hanya memerlukan waktu 30% dari waktu pelatihan yang dilakukan tanpa komputer. Dengan adanya CBT, setiap orang dapat berlatih kapan saja tanpa menghabiskan waktu di perjalanan menuju ke tempat pelatihan.

### 6. Perbaikan hasil kerja

CBT dapat dipakai untuk perbaikan hasil kerja secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, untuk melatih dalam keahlian khusus yang diperlukan dalam suatu pekerjaan. Secara tidak langsung, untuk menyediakan pelatihan yang lebih umum daripada biasanya dan meluaskan hasil kerja.

### 7. Alat yang nyaman dipakai

CBT akan membantu pengguna komputer dalam menghadapi masalah dengan sistem komputer mereka dengan antarmuka dan aplikasi yang ramah.

### 8. Pengganti cara belajar

Kini, banyak perusahaan yang memperbolehkan karyawannya membawa komputer ke rumah. Hal ini dimaksudkan agar mereka tidak hanya belajar dan bekerja pada waktu atau tempat tertentu saja, tetapi bisa juga bisa melakukannya di rumah.

### 9. Peningkatan kepuasan belajar

Program aplikasi CBT yang interaktif membuat para pelajar umumnya merasa puas dan betah. Keinteraktifan ini dikarenakan CBT mampu memberikan respon dan jawaban, serta mampu memberikan petunjuk dalam belajar. Timbulnya motivasi belajar dengan CBT ini sangat penting selama waktu pelatihan untuk memacu semangat belajar.

#### 10. Pengurangan waktu pengembangan

Pengembangan dan perbaikan yang diterapkan dalam CBT sangat mudah, hanya perlu dilakukan dari *database* pusat saja dan waktunya juga relatif singkat.

### 2.4.2 Jenis-Jenis Perangkat Lunak Pembelajaran

Jenis pemakaian komputer untuk perangkat lunak pembelajaran digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu :

#### 1. Pengujian

Dalam jenis CBT, komputer digunakan untuk memberikan penilaian dan analisis tes, membuat soal tes, membuat nilai acak, tes interaksi, dan tes adaptasi. Jenis ini sering disebut dengan *Computer Assisted Testing* (CAT).

#### 2. Manajemen

Jenis pemakaian ini disebut dengan *Computer Managed Instruction* (CMI), dimana komputer digunakan untuk mengatur kemajuan peserta pelatihan dan alat-alat yang dipakai. CMI biasanya digunakan untuk meningkatkan pengawasan dan efisiensi dalam sistem pelatihan.

#### 3. Instruksi

Ada dua bentuk yang hampir sama mengenai pengguna komputer untuk instruksi. *Computer Assisted Instruction* (CAI), menganggap komputer sebagai media penyimpanan instruksi sama seperti *slide*, *tape*, video atau buku-buku. Menurut sudut pandang CAI, masalah utamanya adalah bagaimana menyusun bahan-bahan instruksi yang akan ditampilkan oleh komputer dengan cara yang paling efektif. Ada tiga jenis CAI yakni :

##### a. *Drill and Practice*

Merupakan cara yang paling mudah, terdiri dari tahap-tahap penampilan permasalahan, penerimaan respon pengguna, pemberian hasil analisis, umpan balik, dan pemberian pertanyaan lain. Secara umum jenis ini tidak menampilkan informasi baru tapi memberikan latihan dari konsep yang sudah ada.

*b. Tutorial*

Jenis ini berisi konsep atau prosedur yang disertai dengan pertanyaan atau latihan pada akhir dari pelatihan. Selama pelatihan, komputer mengajarkan informasi-informasi yang baru kepada siswa seperti layaknya seorang guru pembimbing. Setelah itu, pemahaman siswa diukur melalui serangkaian tes dan komputer melanjutkan pengajaran berdasarkan hasil pengukuran tadi.

*c. Socratic*

Berisi komunikasi antara pengguna dan komputer dalam *natural language*. Jenis ini sebenarnya berasal dari penelitian dalam bidang inteligensia semu (*artificial intelligence*). *Socratic* mampu melakukan interaksi dalam *natural language* dan bisa memahami apa yang ditanyakan pengguna.

### 2.4.3 Langkah-Langkah Pengembangan Perangkat Lunak Pembelajaran

Ada 5 tahap siklus pengembangan perangkat lunak pembelajaran yaitu :

1. Pengembangan spesifikasi perancangan detail  
Tujuan dari pengembangan spesifikasi perancangan detail ini meliputi perluasan konsep perancangan untuk menciptakan suatu rencana yang efektif.
2. Pengembangan teknik  
Pengembangan ini biasanya dilakukan dengan persetujuan dari tim perancang. Tahap ini biasanya akan diulang-ulang dan sering terjadi perbaikan.
3. Evaluasi  
Untuk menghasilkan suatu perangkat lunak pembelajaran yang dapat memenuhi standar maka perlu dilakukan suatu pengujian. Pengujian biasanya dilakukan pada bagian pelajaran dan pelatihan. Hasil dari pengujian inilah yang dievaluasi oleh tim perancang.
4. Produksi dan pengembangan  
Produksi ini harus dilakukan secara teknis dan logis, baik dalam penyalinan produk CAI maupun dalam pembuatan dokumentasi. Sedangkan pengembangan yang dilakukan mengacu pada proses pengembangannya.

## 5. Evaluasi akhir

Langkah pengujian yang dapat dilakukan misalnya dengan melakukan suatu kuisisioner maupun konsultasi dengan mereka yang ingin belajar. Hasilnya dapat menjadi pedoman apakah perangkat lunak pembelajaran tersebut perlu dilakukan perbaikan lagi atau tidak.

### 2.4.4 Keuntungan Perangkat Lunak Pembelajaran

Ada beberapa keuntungan yang bisa diraih dari suatu perangkat lunak pembelajaran dengan komputer yang interaktif yaitu :

1. Meningkatkan efektivitas pelatihan, seperti :
  - a. Meningkatkan daya minat pengguna.
  - b. Meningkatkan waktu pelatihan.
  - c. Meningkatkan pengetahuan.
2. Mengurangi waktu dan sumber daya pelatihan, seperti :
  - a. Mengurangi waktu belajar selama pelatihan.
  - b. Mengurangi instruktur pelatihan.
  - c. Biaya pelatihan yang lebih rendah.

### 2.5. Metode Rekayasa Perangkat Lunak dengan Model *Prototyping* [5]

Meskipun *Prototyping* dapat digunakan sebagai model proses berdiri sendiri (*standalone*), namun lebih sering digunakan sebagai teknik yang diimplementasikan bersama dengan model-model yang lain. Tanpa memperhatikan cara bagaimana model ini dipakai, paradigma *Prototyping* membantu pengembang dan pengguna untuk memiliki pemahaman yang lebih baik tentang apa yang akan dibangun ketika kebutuhan yang diinginkan tidak diuraikan secara jelas.

Proses pada model *Prototyping* yang digambarkan pada gambar 3.3, bisa dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan kebutuhan, *developer* dan klien bertemu dan menentukan tujuan umum, kebutuhan yang diketahui dan gambaran bagian-bagian yang akan dibutuhkan berikutnya. Detil kebutuhan mungkin tidak dibicarakan di sini, pada awal pengumpulan kebutuhan.

2. Perancangan, perancangan dilakukan cepat dan rancangan mewakili semua aspek *software* yang diketahui, dan rancangan ini menjadi dasar pembuatan *prototype*.
3. Evaluasi *prototype*, klien mengevaluasi *prototype* yang dibuat dan digunakan untuk memperjelas kebutuhan *software*.

Perulangan ketiga proses ini terus berlangsung hingga semua kebutuhan terpenuhi. *Prototype-prototype* dibuat untuk memuaskan kebutuhan klien dan untuk memahami kebutuhan klien lebih baik. *Prototype* yang dibuat dapat dimanfaatkan kembali untuk membangun *software* lebih cepat, namun tidak semua *prototype* bisa dimanfaatkan.



Gambar 2.6 Metode RPL dengan Model Prototyping

Secara ideal, *prototype* adalah suatu mekanisme untuk mengidentifikasi kebutuhan dari perangkat lunak yang akan dihasilkan. Pada saat *prototype* ini dikembangkan, pengembang berusaha menggunakan program atau *tool* yang ada, seperti *report generator*, *windows manager*, yang memungkinkan *prototype* dibuat secara cepat. *Prototype* berlaku sebagai sistem pengenalan, bukan sebagai sistem yang benar-benar dihasilkan untuk dioperasikan.

Sekalipun *prototype* memudahkan komunikasi antar *developer* dan klien, membuat klien mendapat gambaran awal dari *prototype*, membantu mendapatkan kebutuhan detail lebih baik, namun demikian *prototype* juga menimbulkan masalah:

1. Pengguna melihat bahwa apa yang muncul dan dilihat dari *prototype* adalah perangkat lunak yang akan dioperasikan. Pengguna tidak menyadari bahwa *prototype* tersebut belum dibangun dengan memperhatikan kualitas perangkat lunak beserta maintainabilitasnya. Jika disampaikan bahwa produk yang akan dioperasikan harus dibangun ulang sehingga produk memiliki kualitas tinggi dan dapat dipelihara dengan baik, maka pengguna mengeluh dan bahkan meminta beberapa perbaikan untuk turut diterapkan dalam sistem yang akan dioperasikan.
2. Pengembang sering melakukan kompromi dalam implementasi dengan maksud agar *prototype* segera terwujud dengan segera. *Prototype* dibangun menggunakan sistem operasi dan bahasa pemrograman yang tidak tepat hanya karena yang diketahui dan tersedia. Atau, suatu algoritma yang tidak efisien diimplementasikan agar segera dapat mendemonstrasikan kemampuan. Setelah suatu waktu, pengembang bisa menjadi nyaman dengan pilihan-pilihan tersebut dan melupakan bahwa itu semua sebenarnya tidak tepat. Pilihan-pilihan yang jauh dari ideal terlanjur menjadi bagian integral dari sistem yang dibangun tersebut.

Meskipun permasalahan ada, *Prototyping* dapat menjadi model yang efektif untuk rekayasa perangkat lunak. Kuncinya adalah aturan permainan harus dijelaskan di awal proyek, bahwa pengembang dan pengguna harus memiliki kesepahaman bahwa *prototype* dibuat sebagai sarana untuk mendefinisikan kebutuhan. Sedangkan perangkat lunak sesungguhnya dibangun dengan berdasarkan kualitas.

### 2.5.1 Basis Data Relasional [2]

Model basis data menunjukkan suatu cara yang digunakan untuk mengelola jaringan data secara fisik dalam memori sekunder yang akan berdampak pada bagaimana mengelompokkan dan membentuk data secara keseluruhan yang terkait dalam sistem yang sedang di tinjau. Adapun istilah-istilah yang berkaitan dengan teori basis data, yaitu sebagai berikut :

## 2.5.2 Abstraksi Data

Abstraksi data merupakan tingkatan dalam melihat data sebuah sistem basis data. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan interaksi pengguna dengan sistem. Abstraksi data terbagi dalam tiga level, yaitu :

- a. Level Fisik (*Physical Level*) merupakan level terendah dalam abstraksi data, yang menunjukkan bagaimana sesungguhnya suatu data disimpan. Pada level ini kita berurusan dengan data sebagai teks, angka atau dapat melihatnya sebagai himpunan bit data.
- b. Level Logik/Konseptual (*Conceptual Level*) merupakan level yang lebih tinggi dari level fisik, yang menggambarkan data apa yang sebenarnya (secara fungsional) disimpan dalam basis data dan hubungannya dengan data yang lain.
- c. Level Penampakan (*View Level*) merupakan level tertinggi dari abstraksi data, yang hanya menunjukkan sebagian dari basis data. Data yang diperlihatkan dapat mewakili relasi antar tabel.



## 2.5.3 UML (*Unified Modeling Language*) [1]

UML adalah bahasa untuk menspesifikasikan, memvisualisasi, membangun dan mendokumentasikan *artifacts* (bagian dari informasi yang digunakan atau dihasilkan oleh proses pembuatan perangkat lunak) dari system perangkat lunak, seperti pada pemodelan bisnis dan sistem non perangkat lunak lainnya.

### a. *Use Case Diagram*

Menggambarkan sejumlah *external actors* dan hubungannya ke *use case* yang diberikan oleh system. *Use case* adalah deskripsi fungsi yang disediakan oleh *system* dalam bentuk teks sebagai dokumentasi dari *use case symbol* namun dapat juga dilakukan dalam *activity diagrams*. *Use case* digambarkan hanya yang dilihat dari luar oleh aktor (keadaan lingkungan sistem yang dilihat oleh *user*) dan bukan bagaimana fungsi yang ada didalam sistem.

### Simbol-simbol pada *Use Case Diagram*

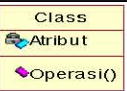
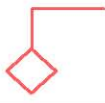

No.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol Aktor, menggambarkan aktor pada diagram.
2.		Simbol <i>UseCase</i> , menggambarkan <i>Use Case</i> pada diagram.
3.		Simbol <i>Unidirectional Association</i> , menggambarkan relasi antar aktor dan <i>use case</i> .

Tabel 2.1 *Use Case Diagram*

### b. *Class Diagram*

Menggambarkan struktur statis *class* didalam sistem, mempresentasikan sesuatu yang ditangani oleh sistem, dan dapat berhubungan dengan yang lain melalui berbagai cara : *associated* (terhubung satu sama lain), *dependent* (satu *class* tergantung menggunakan *class* yang lain), *specialized* (satu *class* merupakan spesialisasi dari *class* lainnya), *package* (grup bersama sebagai satu unit).

### Simbol-simbol pada *Class Diagram*







No.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol Aktor, menggambarkan aktor pada diagram.
2.		Simbol <i>Agregation</i> , menggambarkan relasi agregasi
3.		Simbol <i>Association</i> , menggambarkan relasi asosiasi.

Tabel 2.2 *Class Diagram*

c. *Sequence Diagram*

Menggambarkan kolaborasi dinamis antara sejumlah *object*. kegunaannya untuk menunjukkan rangkaian pesan yang dikirim antara *object* dan interaksi antar *object*, dan merupakan sesuatu yang terjadi pada titik tertentu dalam eksekusi sistem.

**Simbol-simbol pada *Sequence Diagram***

No.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol Aktor, menggambarkan aktor pada diagram.
2.		Simbol <i>Boundary</i> , menggambarkan batasan kelas pada diagram.
3.		Simbol <i>Control</i> , menggambarkan unsur kendali pada diagram.
4.		<i>Entity</i> menggambarkan kelas entitas pada diagram.
5.		<i>Object Message</i> , menggambarkan pesan antar dua objek.
6.		<i>Message to Self</i> , menggambarkan pesan yang menuju dirinya sendiri.

Tabel 2.3 *Sequence Diagram*

d. *Collaboration Diagram*

Menggambarkan kolaborasi dinamis seperti *sequence diagram*. Dalam menunjukkan pertukaran pesan, *collaboration diagram* menggambarkan *object* yang hubungannya mengacu ke konteks.

### Simbol-simbol pada *Collaboration Diagram*


No.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol Aktor, menggambarkan aktor pada diagram.
No.	Simbol	Keterangan
2.		Simbol <i>Boundary</i> , menggambarkan batasan kelas pada diagram.
3.		Simbol <i>Control</i> , menggambarkan unsure kendali pada diagram.
4.		<i>Entity</i> menggambarkan kelas entitas pada diagram.
5.		<i>Link to Self</i> , menggambarkan bahwa suatu objek memanggil operasinya sendiri
6.		<i>Object Link</i> , menggambarkan lintasan komunikasi antar dua objek.
7.		<i>Link Message</i> , menggambarkan pesan antar dua objek, atau dari suatu objek ke dirinya sendiri.
8.		<i>Reverse Link Message</i> , menggambarkan pesan dalam arah berlawanan antar dua objek. atau dari suatu objek ke dirinya sendiri.

Tabel 2.4 *Collaboration Diagram*

e. *Activity Diagram*

Menggambarkan rangkain aliran dari aktivitas, dan digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas yang dibentuk dalam suatu operasi sehingga dapat juga digunakan untuk aktivitas lainnya seperti *use case* atau interaksi.

**Simbol-simbol pada *Activity Diagram***






No.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol <i>Start state</i> , menggambarkan aliran kerja berawal.
2.		Simbol <i>End state</i> , menggambarkan aliran kerja berakhir.
3.		Simbol <i>Decision</i> , menggambarkan Titik keputusan pada aliran kerja.
4.		<i>State Transition</i> , menggambarkan transisi dari suatu aktivitas ke aktivitas yang lain.
5.		<i>State</i> , menggambarkan state untuk suatu <i>object</i> .

Tabel 2.5 *Activity Diagram*

f. *Statechart Diagram*

Menggambarkan semua *state* (kondisi) yang dimiliki oleh suatu *object* dari suatu *class* dan keadaan yang menyebabkan *state* berubah. dan kejadian-kejadian nya dapat berupa *object* lain yang mengirim pesan.

### Simbol-simbol pada *Statechart Diagram*

No.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol <i>Start state</i> , menggambarkan <i>state</i> awal. Pada diagram.
2.		Simbol <i>End state</i> , menggambarkan <i>state</i> berakhir pada diagram.
No.	Simbol	Keterangan
3.		Simbol <i>Transition to Self</i> , menggambarkan transisi yang mengarah pada <i>state</i> tunggal.
4.		<i>State Transition</i> , menggambarkan transisi pada diagram.
5.		<i>State</i> , menggambarkan <i>state</i> pada diagram.

Tabel 2.6 *Statechart Diagram*



Penulis merasa tertarik untuk mempelajari mengenai hal-hal di atas. Penulis merancang suatu perangkat lunak yang mampu menjelaskan masalah tersebut secara visual. Oleh karena itu, penulis mengambil tugas akhir (skripsi) dengan topik **“Perangkat Lunak Visualisasi Pembelajaran Fisika dengan Materi Hukum Archimedes”**.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pemilihan judul, maka pokok permasalahan dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

- a) Bagaimana cara meningkatkan minat belajar khususnya pelajaran Fisika?
- b) Bagaimana cara menyelesaikan persoalan mengenai hukum Archimedes sekaligus menampilkan secara visual ?
- c) Bagaimana cara membuat suatu tools pendukung dalam pembelajaran yang efektif tanpa memerlukan alat laboratorium dalam proses belajar mengajar?

## 1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan penyusunan tugas akhir (skripsi) ini adalah

1. Merancang suatu perangkat lunak untuk membantu pembelajaran fisika yang lebih interaktif mengenai hukum *Archimedes* secara visual dan simulatif.
2. Menyediakan aplikasi media pembelajaran interaktif untuk mempermudah pengguna khususnya untuk pelajar SMP dan SMA supaya lebih memahami konsep hukum Archimedes beserta perhitungannya.

Manfaat dari penyusunan tugas akhir (skripsi) ini adalah:

1. Untuk membantu pengguna memahami hukum Archimedes beserta perhitungannya.
2. Aplikasi perangkat lunak ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran pendukung yang efektif tanpa memerlukan alat laboratorium dalam proses belajar mengajar.

#### 1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam merancang perangkat lunak ini adalah :

1. Perangkat Lunak ini tidak menggunakan database sebagai media penyimpanan
2. Hanya membahas konsep dasar dan perhitungan tentang Hukum Archimedes yaitu tentang:
  - a) Mengapung, melayang dan tenggelam suatu benda
  - b) Kemurnian suatu zat
  - c) Mengetahui kadar suatu benda berdasarkan masa jenis
3. Media simulasi menggunakan bentuk bejana, balok dan fluida

#### 1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Pembangunan aplikasi hukum Archimedes menggunakan metode *Prototyping* ini dilakukan dengan beberapa tahapan Proses yaitu pengumpulan kebutuhan, Perancangan, Evaluasi *prototype*

Teknik yang digunakan oleh penulis dalam tahap penelitian adalah :

1. Studi pustaka, yaitu dengan mempelajari buku-buku, referensi-referensi, tinjauan internet yaitu dilakukan dengan pencarian dan *download* data yang ada kaitannya dengan pembuatan laporan.
2. Studi sistem, yaitu dengan melakukan wawancara langsung dan pemberian kuesioner dengan orang-orang (pelajar SMP dan SMU) yang biasa mereka pelajari disekolah tentang teori hukum *archimedes*, dan yang ada kaitannya dengan penyusunan laporan.
3. Analisa, yaitu dengan menganalisa proses dan data yang diperlukan oleh sistem serta keterkaitannya. Tujuan dilakukan teknik ini adalah untuk memahami sistem yang akan dibangun. Analisis di sini dilakukan dengan pemodelan menggunakan metode UML (*Unified Modeling Language*)

#### 1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Dalam penyusunan laporan ini, dibuat suatu kerangka pembahasan dalam bentuk bab per bab yang diuraikan pada halaman berikut ini.

**Bab Satu Pendahuluan**, merupakan bagian kesatu dari laporan ini. Bab ini merupakan suatu dasar penyusunan yang didalamnya berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, batasan masalah, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

**Bab Dua Landasan Teori**, merupakan bagian kedua dari laporan ini. Bab ini berisi tentang teori mengenai teori yang berhubungan dengan hukum Archimides diantaranya Fluida, Tekanan, syarat benda tenggelam, mengapung dan melayang, serta teori tentang kemurnian zat lengkap dengan rumus-rumusnya.

**Bab tiga Analisis Prototype Tahap Awal**, Bab ini membahas tentang analisis permasalahan sistem yang lama dan analisis kebutuhan perangkat lunak baru pada tahap awal seperti Analisis dan perencanaan Kebutuhan Perangkat Lunak, Fungsi Utama Perangkat Lunak serta Prototipe Antarmuka

**Bab empat Perancangan Prototype Tahap Akhir**, Bab ini membahas tentang analisis permasalahan sistem yang baru dengan tahap akhir seperti Deskripsi Sistem Dengan Unified Modeling Language (UML) dan Perancangan Antarmuka.

**Bab Lima Implementasi**, merupakan bagian kelima dari laporan ini. Berisi batasan implementasi, lingkungan implementasi, spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak, dan pengujian program

**Bab Enam Kesimpulan dan Saran**, merupakan bagian keenam dari laporan ini. Dalam bab ini membahas kesimpulan dan saran dari beberapa bab yang telah disusun sebelumnya.