

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Jumlah sumber-sumber minyak bumi yang berada di dunia ini semakin lama telah semakin menipis. Hal tersebut berbanding terbalik dengan jumlah yang diperlukan oleh masyarakat dunia sebagai pengguna atau konsumen. Jumlah minyak mentah yang diproduksi dari reservoir-reservoir, terutama reservoir tua semakin menurun dan ditandai dengan meningkatnya water cut atau kadar air dari total produksi campurannya. Kadar air yang tinggi ini dapat menurunkan kualitas dan harga jual minyak ke konsumen tingkat I. Salah satu cara untuk menjaga agar kebutuhan minyak dan kualitas minyak masih dapat terpenuhi yaitu dengan melakukan optimasi pada sector produksi.

Dengan adanya program mata kuliah Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa/I Stt migas Balikpapan dapat mengembangkan karyanya yang hanya berupa teori di perkuliahan khususnya minyak dan gas bumi. Oleh karena itu, sesuai dengan pelajaran yang di dapatkan selama perkuliahan maupun Kerja Praktek maka disimpulkan judul penyusunan Tugas Akhir adalah OPTIMASI WAKTU PENGENDAPAN (SETTLING TIME) di TANKI FWKO (FREE WATER KNOCK OUT) F-101 PT. PERTAMINA EP.ASSET 5 SANGATTA FIELD.

**B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana proses pengendapan air dalam Tanki FWKO F-101?
2. Berapa waktu optimal yang dibutuhkan agar air dapat mengendap dalam Crude Oil dengan sempurna?

**C. Tujuan Tugas Akhir**

1. Memahami dengan baik cara pemisahan metode settling time dalam Tanki FWKO F-101.
2. Dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk memisahkan BS&W dari Crude Oil.

**D. Batasan Masalah**

Optimasi Settling Time merupakan salah satu hal yang sangat berpengaruh dalam Tanki FWKO F-101 yang akan dibahas dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

**E. Manfaat**

1. Manfaat Bagi Mahasiswa

Dapat menganalisa masalah-masalah yang terjadi di lapangan serta mengaplikasikan ilmu yang di peroleh selama masa perkuliahan. Serta sekaligus dapat membandingkan secara teori yang diterima diperkuliahan dengan keadaan di lapangan, sehingga diharapkan dapat

tanggap dan peka dalam menghadapi situasi dan kondisi lingkungan kerja.

2. Manfaat Bagi Perusahaan

Dapat memanfaatkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang potensial, untuk membantu menyelesaikan pekerjaan yang terdapat dalam perusahaan, serta sebagai sarana untuk menjembatani hubungan kerja sama antara perusahaan dengan instansi pendidikan dimasa yang akan datang.

3. Manfaat Bagi Perguruan Tinggi STT-Migas Balikpapan

Mengevaluasi sejauh mana kurikulum yang telah diterapkan. Sehingga menghasilkan tenaga kerja yang terampil dibidangnya serta dapat mengetahui proses dan teknologi yang berkembang pada saat ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Minyak Bumi ( *Crude Oil* )

Merupakan suatu campuran senyawa hydrocarbon yang tidak uniform. Sifat-sifatnya amat bervariasi dari ladang minyak yang satu ke ladang minyak yang lain, bahkan dari sumur yang satu ke sumur yang lain meskipun dalam satu ladang. Adapun minyak bumi diklasifikasikan kedalam beberapa golongan, yaitu:

##### 1. Klasifikasi Minyak Mentah ( *Crude Oil* )

Karena minyak mentah ( *crude oil* ) mempunyai komposisi kimia yang praktis jumlahnya tak terhingga, maka dalam mengklasifikasikan minyak mentah ( *crude oil* ) hingga saat ini dilakukan dengan menggunakan metoda pendekatan.

##### 2. Klasifikasi Berdasarkan API Gravity

Metoda ini digunakan karena ada kecenderungan bahwa jika API Gravity *crude oil* tinggi, maka minyak mentah ( *crude oil* ) tersebut mengandung fraksi ringan dalam jumlah yang besar. Oleh karena itu *crude oil* yang mempunyai API Gravity yang tinggi harga pasarannya lebih tinggi, sebab banyak mengandung fraksi ringan seperti Gasolie dan *Kerosene* sedangkan Residuenya relative sedikit. Berdasarkan API Gravity, maka *crude oil* dibagi dalam ( 5 ) jenis.

Tabel 1. Klasifikasi °API Gravity

JENIS	API GRAVITY	SG 60/60°F
Ringan	>39,0	0,830
Ringan – Sedang	39,0 -35,0	0,830 – 0,850
Berat – Sedang	35,0 – 32,1	0,850 – 0,865
Berat	32,1 – 24,8	0,865 – 0,905
Sangat Berat	< 24,8	0,905

### 3. Klasifikasi berdasarkan Kandungan *Paraffine* dan *Asphal*

Menurut Klasifikasi ini maka *Crude Oil* dibagi menjadi 4 (empat) golongan seperti berikut:

- *Crude Oil* dasar *Paraffine*.
- *Crude Oil* dasar *Asphalt*.
- *Crude Oil* dasar Campuran.
- *Crude Oil* dasar Aromatik.

### 4. Klasifikasi Berdasarkan *U.S. Bureau of Mines*

Sebagai dasar klasifikasi digunakan API Gravity fraksi kunci nomor 1 dan nomor 2 yang diperoleh dengan jalan distilasi menggunakan alat distilasi Hampel Standard. Fraksi kunci nomor 1 adalah fraksi minyak bumi yang mendidih pada suhu antara 482 -

527°F pada tekanan atmosfer, sedangkan fraksi kunci nomor 2 mendidih pada suhu antara 527 - 575°F pada tekanan 40 mmHg. Fraksi kunci nomor 1 ternyata sesuai dengan fraksi *kerosene*, sedangkan fraksi kunci nomor 2 sesuai dengan minyak pelumas.

## **B. Instalasi Tanki secara Umum**

Instalasi tangki di dalam industri minyak dan gas bumi merupakan salah satu fungsi yang memegang peranan sangat penting di dalam pengoperasiannya. Tangki timbun adalah sarana untuk menerima dan menyimpan bahan bakar minyak dalam keadaan cukup dan aman, untuk kemudian disalurkan dalam jumlah yang cukup dan mutunya terjamin serta aman dalam pengoperasiannya. Oleh karena itu dalam pembuatan suatu tangki, sejak awal perencanaannya sudah harus difikirkan aspek aspek seperti tersebut diatas berdasarkan standar acuan yang dipakai, misalnya standar API atau SHELL, sedangkan standard untuk keselamatan dan keamanan adalah *Oplag Ordonantie* tahun 1972 dan *Marketing Safety Code The Institue of Petroleum* 1965.

Tangki timbun di buat dalam berbagai ukuran serta bermacam – macam type desain konstruksi, yang masing – masing dibedakan menurut penggunaannya. Dalam merancang bangun konstruksi suatu tangki diperlukan persyaratan – persyaratan tertentu yang harus dipenuhi seperti :

1. Memenuhi persyaratan kekuatan, kestabilan konstruksi dan standard.

2. Memenuhi persyaratan keamanan terhadap bahaya kebakaran dan pencemaran lingkungan.
3. Memperkecil terjadinya losses pada produk atau bahan baku yang disimpan.
4. Dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama.
5. Kapasitasnya mencukupi.
6. Tidak meningglakna segi – segi keindahannya.
7. Faktor pemeliharaan, serta ekonomis dalam pembuatannya.

### C. Jenis – jenis Tangki timbun

#### 1. Berdasarkan Tekanan Kerjanya

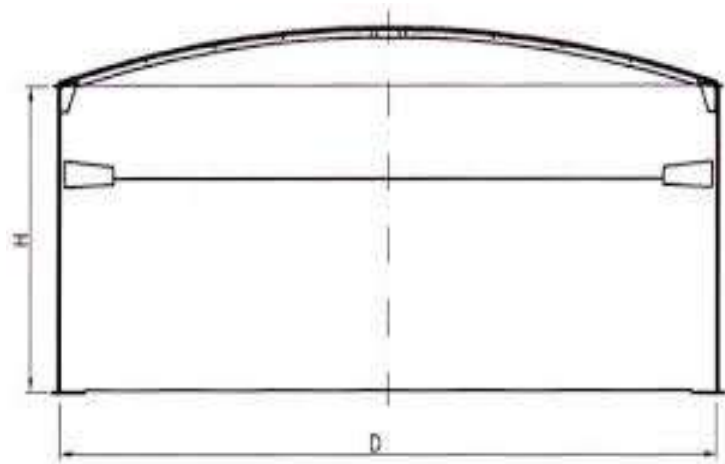
##### a. Atmosferik Tank

###### ➤ *Fixed Roof Tank*

Yaitu dengan tangki atap tetap yang dilas pada dinding tangki membentuk sedemikian rupa, sehingga apabila terjadi ledakan tangki, atap akan terangkat keatas untuk menghindari pecahnya dinding tangki. Ditinjau dari bentuk atapnya dibedakan atas

- *Fixed Cone Roof Tank* ( kerucut )
- *Fixed Dome Roof Tank* ( kubah )
- *Fixed Flat Roof Tank* ( mendatar )
- *Umbrella Roof Tank* ( payung )

Tangki jenis ini digunakan untuk produk – roduk yang mempunyai RPV rendah, sehingga vapour loss dapat diabaikan karena tangki ini mempunyai breathing cycle yang sangat aktif.



Gambar 2.1. Fixed Roof Tank

➤ *Floating Roof Tank*

Yaitu tangki dengan atap terapung, atap yangki dapat bergerak keatas dan kebawah sesuai dengan tinggi permukaan cairan di dalam tangki pada saat itu. Disekeliling atap tangki dilengkapi dengan perapat (seal) untuk menahan uap minyak yang keluar melalui sela – sela diantara atap dengan dinding tangki.

➤ *Breather Roof Tank*

Jenis atap sesuai dengan cone roof tank, perbedaan yang utama adalah penyangga atap yang didesain sedemikian rupa sehingga atap dinding dalam bentuk kerucut terbalik. Bila cairan

dalam tangki levelnya rendah, maka atap terletak pada support-nya.

➤ *Ballon Roof Tank*

Desain dan operasinya serupa dengan *breather roof tank*, perbedaan besar adalah bentuk atapnya yang lebih besar dari diameter dinding tangki. Karena mempunyai diameter yang lebih besar, maka dapat mengakomodasi kapasitas yang relatif lebih besar pula. Tangki ini atapnya dari baja melengkung sehingga sering menimbulkan retak pada lembaran atap.

➤ *Lifter Roof Tank*

*Lifter Roof Tank* adalah tangki dengan atap yang dapat naik turun sesuai dengan tekanan uap cairan yang ada di dalam tangki. Disekeliling atap diberi penyekat yang terisi cairan untuk mencegah keluarnya uap cairannya. Jadi tangki ini tidak terdapat kerugian karena tidak menggunakan vent dan ruang uap dalam tangki tidak berhubungan dengan udara luar.

b. Berdasarkan *Pressure Storage Tank* ( Tekanan Tinggi )

➤ *Sphere Tank*

➤ *Spheroid Tank*

➤ *Cyndriacal Tank*

## 2. Berdasarkan Physical Properties

### a. Class A

Tangki untuk menyimpan produk dengan flash point <73 derajat Fahrenheit, seperti

- Mogas / premium
- Naphta
- HOMC ( High Octa Mogas Component )

### b. Class B

Tangki untuk menyimpan produk degan flash point 73 – 150 derajat fahrenheit

- Avtur
- Kerosine
- Solar / HSD ( High Speed Diesel )

### c. Class C

Tangki untuk menyimpan produk dengan flash point > 150 derajat Fahrenheit.

- Cube Oil / Pelumas
- IFO ( Industrial Fuel Oil )
- MDF ( Morine Diesel Fuel )
- Minyak bakar
- Residu
- LSWR ( Low Sulphur Waxy Residu )

## D. Kelengkapan Tanki (*Accesories Tank*)

### 1. Pada Atap Tanki (*Roof Tank*)

#### a. Lubang Ukur (*Gauge Hatch*)

Adalah fasilitas untuk mengukur ketinggian permukaan minyak / volume, temperature, serta pengambilan contoh minyak dan dalam tangki. Lubang ini tegak lurus dengan *Deep Plate* yang terletak di bottom plate sebagai batas posisi pengukuran.

#### b. PV Valve / Katup Pernapasan ( untuk minyak kelas A )

PV Valve ditempatkan diatas tangki yang berfungsi sebagai pengatur tekanan didalam tangki agar tetap stabil sama dengan tekanan udara luar. Valve ini terdiri dari valve pengatur tekanan dan valve pengatur kevacuman, yang telah distel pada tekanan tertentu akan membuka dan menutup.

#### c. *Roof Man Hole*

Lubang yang berada dibagian atap, dapat dibuka dan ditutup yang berfungsi sebagai lubang sirkulasi udara pada saat pengeluaran gas, dan sebagai lubang penerangan saat pembersihan tangki.

#### d. *Water Spalyer*

Berfungsi untuk menyiram tangki dengan air agar suhu pada tangki tetap normal, dan sebagai pelindung atau sarana pemadam kebakaran, sebagai suatu usaha agar tangki tidak mengalami ledakan karena suhu ataupun tekanan yang tinggi.

e. Antena Penangkal Petir

Berfungsi untuk menyalurkan aliran listrik yang diakibatkan oleh sambaran petir, dan meneruskannya ke kabel ground menuju ketanah.

f. Pagar Keliling

Berfungsi sebagai pegangan dan pengaman bagi operator / pekerja yang bekerja sewaktu melalui tangga maupun di atas atap tangki.

g. Free Vent / Lubang Pernafasan ( untuk minyak kelas C )

h. *Swing Line*

2. Pada Dinding Tangki

a. Pipa Pengisian

b. Pipa Pengisapan

c. Pipa Drain Tanki

d. Pipa Swing

e. Fasilitas Pencampuran ( Blanding Facility )

f. Pipa Foam ( Foam Chamber )

g. Shall Man Hole

h. Skala Pengukuran Isi Tanki ( Tank Gauge )

i. Grounding Cable

j. Pipa Aliran Masuk

k. Pipa Aliran Keluar

- l. Level indicator
- m. Tangga
3. Pada Dasar Tangki
  - a. Pipa Pemanas ( Heating Coil / Steam Coil ) hanya dipasang pada tangki yang dipakai untuk menyimpan minyak berat

#### **E. Standard Tank**

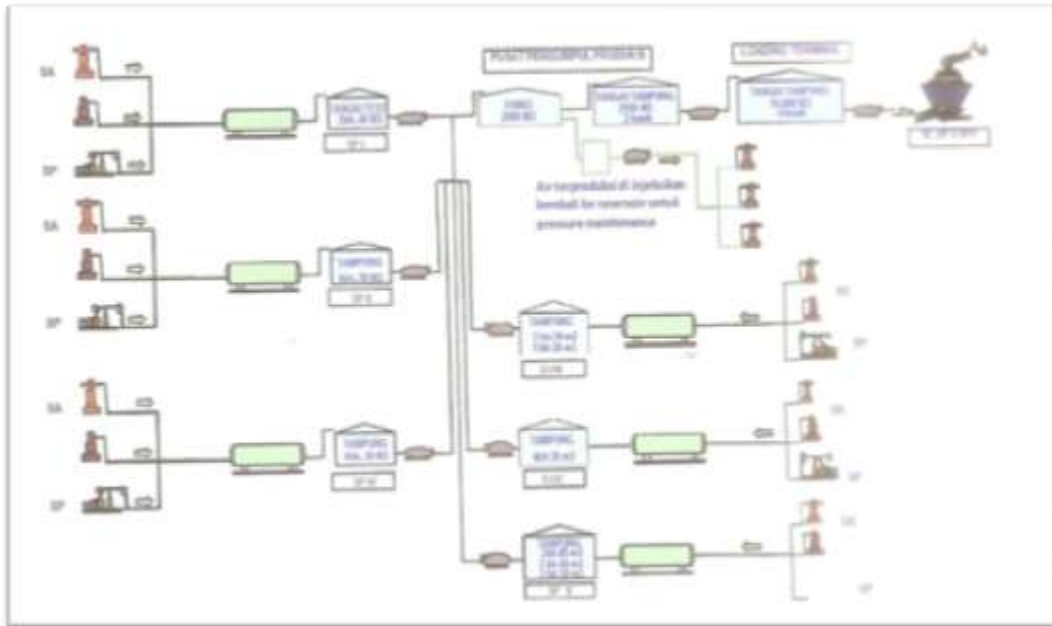
Standar tangki yang digunakan di Indonesia adalah Royal Dutch / Shell Group Standard, dan API (American Petroleum Institute) standard. Shell Standard memberikan sistem kode untuk tangki timbun vertikal sebagai berikut :

1. BHC : ( Butt welded High pressure Cone fixed roof tank ) untuk diameter : 3,04; 6,09; 9,14; 12,19; 14,63; 17,06; dan 19,50 m
2. BHD : (Butt welded High pressure Dome fixed roof tank ) untuk diameter: 24,38; 29,26; 34,13; 36,57; dan 39,01 m
3. BLD : ( Butt welded Non pressure Dome roof tank ) untuk diameter : 24,38; 29,26; 34,13; 36,13; 36,57; dan 39,01 m
4. BNC : ( Butt welded Non pressure Cone roof tank ) untuk diameter : 43,89; dan 48,76 m
5. BOT : ( Butt welded Open Top tank )
6. BOF : ( Butt welded Open Top tank with floating roof ).

Sedangkan API Standard memberikan spesifikasi untuk jenis tangki sebagai berikut :

1. API Standard 12 A : Spesifikasi untuk tangki minyak dengan sambungan yang dikeling, kapasitas nominal 240 – 250.000 barrel.
2. API Standard 12B : spesifikasi untuk tangki produksi dengan sambungan yang dibuat. Kapasitas nominal 100 – 10.000 barrel.
3. API Standard 12 C : Spesifikasi untuk tangki dengan sambungan yang di las.
4. API Standard 12 D : Spesifikasi untuk tangki produksi dengan sambungan yang dilas, kapasitas nominal 500 – 10.000 barrel.
5. API Standard 12 E : Spesifikasi untuk tangki produksi dari kayu kapasitas nominal 130 – 1500 barrel
6. API Standard 12 F : Spesifikasi untuk tangki produksi dengan sambungan dilas dengan kapasitas nominal 90 – 500 barrel.
7. API Standard 12 G : Spesifikasi untuk tangki timbun dengan bahan Aluminium yang dilas.
8. API Standard 650 : Spesifikasi tangki baja yang dilas untuk menampung produk BBM dan non BBM, dengan bermacam ukuran dan kapasitas bervariasi.

(Sumber: MENGHITUNG KAPASITAS TANGKI CRUDE OIL  
UNIT 38/71 DI TERMINAL PT- PERTAMINA IV CILACAP)



Gambar 2.2. Diagram Alir Proses Proses Produksi Sangatta Field

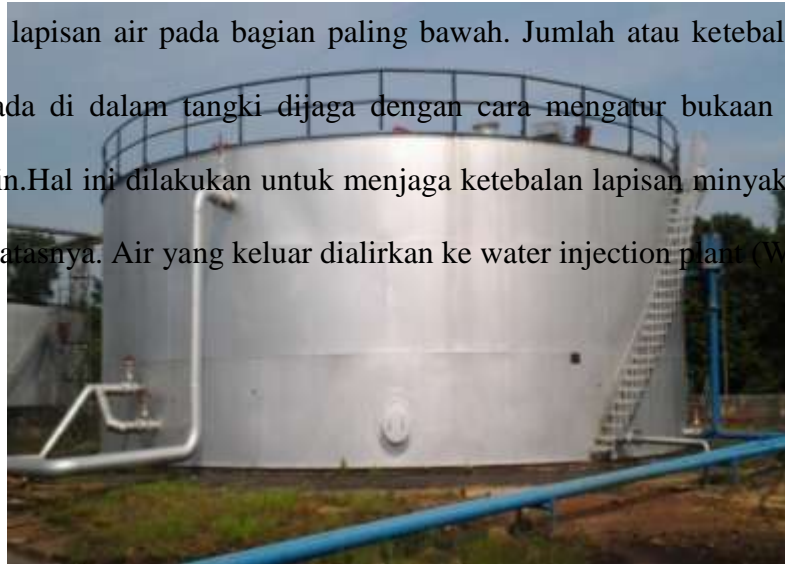
#### F. Pengenalan tentang Tangki FWKO ( Free Water Knock Out ) F-101

Fluida produksi minyak yang dikirimkan dari gathering station kemudian memasuki tangki FWKO. Tangki yang dinamakan Free Water Knock Out ini bertipe Gun Barrel/Wash Tank. Pemisahan minyak dan airserta emulsi di tangki ini dilakukan hanya menggunakan metode perbedaan berat jenis dan metode penjagaan temperatur di dalam tangki.

Tangki FWKO ini memiliki satu inlet (inlet minyak) dan dua outlet (outlet overflow minyak yang kemudian masuk ke tangki tampung dan outlet water drain). Proses yang terjadi di tangki FWKO adalah pemisahan minyak-air berdasarkan berat jenis dan pemisahan emulsi minyak di dalam air berdasarkan demulsifikasi. Waktu yang diberikan tangki untuk proses

dan pemisahan (retention time) selama tiga jam didasarkan pada jarak inlet-outlet serta diameter tangki.

Saat tangki sudah penuh, maka aliran minyak akan keluar dengan sendirinya melalui outlet minyak (overflow). Pada kondisi ini minyak sudah mencapai lapisan paling atas dengan lapisan emulsi berada di bawahnya, kemudian lapisan air pada bagian paling bawah. Jumlah atau ketebalan air yang berada di dalam tangki dijaga dengan cara mengatur bukaan katup water drain. Hal ini dilakukan untuk menjaga ketebalan lapisan minyak yang berada di atasnya. Air yang keluar dialirkan ke water injection plant (WIP).



Gambar 2.3. Tanki FWKO F-101

**G. Peralatan Utama Tanki FWKO dan Fungsinya**

## 1. Over Flow 10"

Merupakan tempat keluarnya crude oil dari dalam tanki FWKO menuju ke Storage Tank.

## 2. Water Syphon 6"

Berfungsi untuk menjaga level cairan dalam tanki.

## 3. Water Drain 6"

Adalah lubang saluran pembuangan yang berfungsi untuk mengeluarkan endapan atau kotoran/air yang terdapat di dasar tanki, atau untuk mengosongkan seluruh isi tanki. Saluran ini terdiri dari dua saluran yaitu Water draw off dan Drain Nozzle

## 4. Steam Line

Saluran steam sebagai pemanas crude oil untuk menjaga minyak yang ada dalam tanki selalu dalam tanki selalu dalam keadaan suhu cair agar dapat dipompakan.

## 5. Air Foam Chamber

Fungsinya untuk menyemburkan busa pemadam api ke dalam tanki apabila terjadi kebakaran pada tanki.

## 6. Water Sprayer

Berfungsi untuk menyiram tangki dengan air agar suhu pada tangki tetap normal, dan sebagai pelindung atau sarana pemadam kebakaran, sebagai suatu usaha agar tangki tidak mengalami ledakan karena suhu ataupun tekanan yang tinggi.

7. Jalur Alir WIP

Berfungsi untuk mengeluarkan cairan sludge menuju ke well injection plant (WIP).

8. Lubang Ukur

Merupakan fasilitas untuk mengukur ketinggian permukaan minyak, volume, temperatur, serta pengambilan contoh minyak dan dalam tangki. Lubang ini tegak lurus dengan Deep Plate yang terletak di bottom plate sebagai batas posisi pengukuran.

9. Tangga

Tangga berbentuk spiral, dibuat dari pelat bergerigi setebal 6mm yang dilas pada dinding tangki dengan profil siku sebagai pegangannya. Umumnya digunakan pada tangki diameter besar dan tinggi untuk memungkinkan pekerja naik dan turun tangki.

10. Roof Man Hole

Lubang yang berada dibagian atap, dapat dibuka dan ditutup yang berfungsi sebagai lubang sirkulasi udara pada saat pengeluaran gas, dan sebagai lubang penerangan saat pembersihan tangki.

## **H. Macam-macam Metode Pengendapan (Settling Time)**

## 1. Sedimentasi

Jika air mengandung suspended impurities (zat-zat pencemar yang tersuspensi) yang berukuran besar, maka akan lebih ekonomis jika penghilangannya dilakukan dengan cara melakukan sedimentasi awal (preliminary sedimentation). Suspended impurities membuat air menjadi keruh, oleh karena itu jika impurities tersebut harus dihilangkan sama sekali, maka air tersebut perlu diproses lebih lanjut dengan menggunakan metoda lain yang sesuai seperti misalnya koagulasi dan flokulasi serta filtrasi.

Sedimentasi sederhana (plain sedimentation) adalah proses penghilangan zat-zat yang tersuspensi yang dilakukan dengan cara menenangkannya secara alami (tanpa bantuan bahan kimia) di dalam bak atau tangki, sehingga zat-zat yang tersuspensi tersebut mengendap di dasar bak karena gaya gravitasi ( gaya berat partikel itu sendiri). Umumnya partikel-partikel dengan ukuran besar atau yang jauh lebih berat sangat mudah diendapkan dengan cara ini, tetapi untuk partikel yang ukurannya kecil atau yang lebih ringan harus diendapkan dengan menggunakan bantuan bahan kimia atau dengan menggunakan metoda-metoda lain. Sedimentasi sederhana mempunyai keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

- a. Meringankan beban pada proses penjernihan di tahap-tahap berikutnya karena konsentrasi partikel sudah diturunkan

sedemikian rupa sehingga hambatan-hambatan yang kemungkinan dapat timbul dapat diminimalkan.

- b. Pengoperasian proses penjernihan berikutnya dapat dikendalikan dengan suatu cara yang lebih baik, karena sedimentasi sederhana memberikan sedikit variabel kualitas air.
- c. Biaya yang diperlukan untuk pembersihan bak atau tangki koagulasi berkurang karena sebagian besar kotoran-kotoran sudah dipisahkan di dalam proses sedimentasi sederhana.
- d. Tidak ada bahan kimia yang digunakan untuk keperluan proses hilang karena terikut sludge (lumpur).
- e. Bahan kimia yang diperlukan untuk proses berikutnya jumlahnya relatif sedikit (dapat lebih dihemat).

Di dalam proses pengolahan air dengan sedimentasi sederhana, air didiamkan di dalam bak pengendap sehingga partikel-partikel yang tersuspensi mengendap hanya karena gaya gravitasi. Setelah pengendapan terjadi air ditarik keluar dari bak tanpa menimbulkan gangguan terhadap partikel yang mengendap, untuk itu pada bagian keluaran harus dirancang sedemikian rupa sehingga tanpa menimbulkan gejolak aliran yang dapat menimbulkan terikutnya kembali partikel-partikel yang sudah mengendap di dasar bak.

Sedimentasi sederhana sangat cocok sebagai proses awal untuk menghasilkan air yang relatif jernih dalam jumlah yang sangat besar. Pengalaman praktis telah menunjukkan bahwa air yang mengandung

banyak suspended impurities dapat dijernihkan dengan sedimentasi sederhana dan hasilnya cukup baik meskipun tidak jernih sama sekali.

## 2. Pemisahan secara gravitasi

Campuran cairan yang mempunyai perbedaan densitas dan tidak saling melarut dapat dipisahkan dengan dasar perbedaan densitas tersebut. Sepertihalnya pada pemisahan partikel padat dalam cairan yang sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel, demikian juga dalam pemisahan cairan-cairan juga sangat dipengaruhi oleh ukuran (diameter).

## 3. Filtrasi

Filtrasi adalah proses yang dilakukan dengan cara dilakukan dengan cara melewatkan air melalui tumpukan pasir atau bahan butiran lainnya. Secara singkat dapat dikatakan bahwa yang dimaksud dengan filter sesungguhnya adalah suatu lapisan tebal yang terdiri dari tumpukan pasir dalam berbagai ukuran.

Secara umum ada dua tipe filter yang digunakan dalam proses pengolahan air, yaitu saringan pasir lambat (slow sand filter) dan saringan pasir cepat secara gravitasi (rapid gravity filter). Saringan pasir lambat dikembangkan sejak tahun 1829 oleh James Simpson pada Chelsea Water Company di England, sedangkan saringan pasir cepat dikembangkan di U.S.A. pada periode 1900 – 1910.

## 4. Distilasi

Distilasi adalah salah satu teknik pemisahan yang di dasarkan atas perbedaan volatility atau titik didih komponen-komponen dalam

campuran. Proses ini dilakukan didalam sebuah kolom yang didalamnya dilengkapi alat kontak yang tersusun diatas tray dengan jarak antara tray tertentu. Untuk pemisahan yang sangat kompleks boleh jadi digunakan lebih dari satu kolom untuk mendapat kemurnian yang tinggi pada hasil puncak dapat dilakukan dengan cara mengembalikan sebagian kondensat melalui puncak kolom tersebut sebagai reflux. Karena dari kolom ini diperoleh produk dalam berbagai fraksi maka proses ini dikenal sebagai distilasi fraksional atau fraksinasi.

Proses distilasi tidak selalu dilakukan pada tekanan atmosfer, tetapi kadang-kadang juga dilakukan dengan tekanan vakum ataupun dengan tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Distilasi vakum dilakukan untuk memisahkan fraksi-fraksiberat yang mempunyai titik didih tinggi yang tidak mungkin dilakukan dengan tekanan atmosfer. Demikian pula sebaliknya distilasi bertekanan tinggi dilakukan untuk memisahkan fraksi-fraksi ringan yang mempunyai titik didih sangat rendah yang tidak mungkin dilakukan dengan tekanan atmosfer.

#### 5. Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat yang terlarut didalam zat tertentu yang didasarkan atas perbedaan kelarutan (solubility) kedua zat tersebut terhadap bahan pelarut (solvent) tertentu. Proses ekstraksi merupakan salah satu alternatif dari sekian macam metoda proses pemisahan. Oleh karena itu proses ekstraksi hanya dilakukan apabila proses pemisahan dengan cara distilasi tidak mungkin dilaksanakan.

## 6. Absorpsi

Cara lain untuk memisahkan hidrokarbon yang sangat ringan tanpa memakai tekanan yang terlalu rendah adalah absorpsi. Absorpsi adalah suatu proses pemisahan gas yang didasarkan atas perbedaan kelarutan gas. Gas-gas yang lebih berat akan lebih mudah larut daripada gas-gas ringan. Untuk melarutkan gas-gas yang akan diambil digunakan cairan sebagai absorbent-nya. Absorbent yang telah digunakan dapat dimurnikan kembali dengan cara distilasi dan kemudian digunakan kembali kedalam absorber.

## 7. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu zat yang akan dipisahkan dengan menggunakan adsorbent yang berupa zat padat yang mempunyai porositas tinggi (misalnya activated charcoal, silica gel, molecular sieve). Proses ini sangat dipengaruhi oleh luas permukaan adsorbent, semakin luas semakin besar daya serapnya.

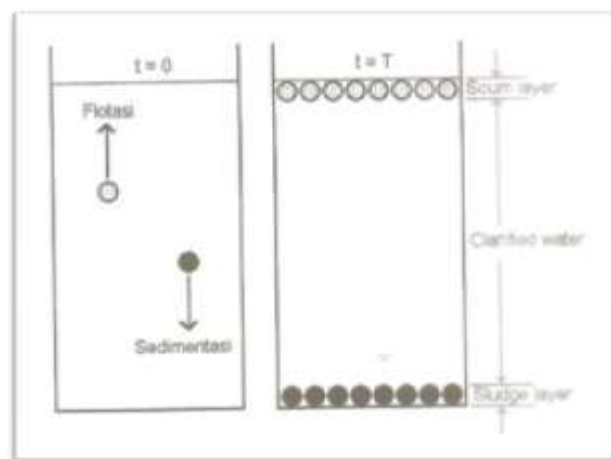
## 8. Kristalisasi

Kristalisasi adalah proses pemisahan suatu komponen dengan merubah bentuknya menjadi kristal dan terpisah dari larutannya. Kristal padat yang terbentuk kemudian dapat dipisahkan dengan cara filtrasi atau cara centrifugal.

### **I. Prinsip-prinsip sedimentasi**

Jika partikel yang dijatuhkan didalam fluida tidak berubah ukuran, bentuk maupun beratnya, maka partikel tersebut akan mengapung atau mungkin mengendap didalam fluida tergantung dari densitasnya. Partikel yang memenuhi kriteria diatas disebut sebagai “discrete particle” (partikel yang bergerak bebas). Partikel yang jatuh secara bebas kedalam suatu fluida yang mana fluida tersebut dalam keadaan tenang (tidak mengalir), maka peristiwa jatuhnya partikel didalam fluida seperti ini disebut dengan istilah “jatuh bebas”.

Selama partikel berada didalam fluida yang tenang, maka terhadapnya bekerja tiga macam gaya, yaitu gaya gravitasi (kerena berat partikel itu sendiri), gaya dukung atau apung sesuai dengan beratnya fluida yang didesak oleh partikel, serta gaya seret yang arahnya berlawanan dengan arah partikel yang bergerak secara vertikal. Masing-masing gaya tersebut bekerja secara serempak dan menghasilkan resultan



Gambar 2.4. Sedimentsi dan Flotasi

Gaya dorong atau apung yang arahnya tegak lurus keatas besarnya sebanding dengan beratnya fluida yang terdesak oleh partikel.

#### J. Drag Coefficient (Koefisien Gesek)

Drag coefficient adalah koefisien gesek yang harus diperhitungkan nilainya didalam menetapkan kecepatan pengendapan partikel didalam suatu fluida. Harga drag coefficient ternyata tidak merupakan bilangan tetap, tetapi sangat dipengaruhi oleh macam aliran yang terjadi. Dengan demikian turbulensi aliran merupakan suatu hal yang penting dalam menetapkan harga drag coefficient. Beberapa ahli telah melakukan eksperimen untuk membuat suatu hubungan antara drag coefficient dengan bilangan Reynold, dan ternyata dapat memberikan hasil yang dapat dipakai untuk melakukan perhitungan – perhitungan.

Bilangan Reynold yang dipakai dalam menetapkan harga drag coefficient dinyatakan sebagai berikut:

$$Re = \frac{s \cdot D_p \cdot \rho}{\mu} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

Re = bilangan Reynold

$\mu$  = viskositas absolut, Pa.s (atau Kg/m.s)

$D_p$  = diameter partikel, m

S = Kecepatan Pengendapan (vertical), m/s

Kecepatan pengendapan untuk berbagai harga Re dapat dinyatakan sebagai berikut:

- Untuk  $Re < 1$  :

$$s = \frac{g \cdot D_p^2 \cdot (\rho_p - \rho)}{18\mu}$$

- Check Harga Re:

$$Re = \frac{s \cdot D_p \cdot \rho}{\mu}$$

- Untuk  $1 < Re < 50$  :

$$s = \frac{g^{0,8} \cdot D_p^{1,4} \cdot (\rho_p - \rho)^{0,8}}{10 \cdot \mu^{0,6} \cdot \rho^{0,2}}$$

- Check Harga Re :

$$Re = \frac{s \cdot D_p \cdot \rho}{\mu}$$

- Untuk  $50 < Re < 1600$  :

$$s = \frac{g^{0,6} \cdot D_p \cdot (\rho_p - \rho)^{0,6}}{2,13 \cdot \mu^{0,2} \cdot \rho^{0,4}}$$

- Check Harga Re :

$$Re = \frac{s \cdot D_p \cdot \rho}{\mu}$$

- Untuk  $Re < 1600$  :

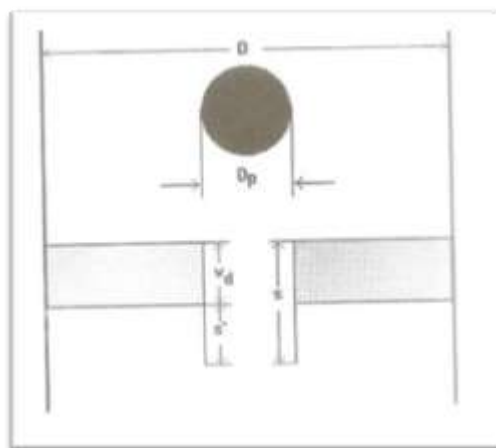
$$s = \frac{g \cdot D_p \cdot (\rho_p - \rho)}{0,3 \cdot \rho}$$

- Check Harga Re :

$$Re = \frac{s \cdot D_p \cdot \rho}{\mu}$$

### K. Pengendapan Terhalang (Hindered Settling)

Sebelumnya telah dibahas tentang pengendapan secara bebas namun dalam kenyataannya luas penampung tangki selalu dibatasi oleh dindingnya, yang artinya bahwa air yang terdesak oleh partikel-partikel pasti memberikan aliran balik yang arahnya keatas sebagai perlawanan arah partikel yang sudah tentu merupakan hambatan bagi partikel yang bergerak ke bawah. Perhatikan ilustrasi dalam Gambar (2.5) sebagai berikut:



Gambar 5. Medan Kecepatan Desak pada Kondisi Turbulen

Dalam Gambar (5) menunjukkan medan kecepatan desak pada kondisi turbulen, dimana dalam gambar tersebut sebuah partikel dengan diameter  $D_p$  berada di dalam fluida yang ditempatkan pada sebuah bejana berdiameter  $D$ .

Berdasarkan perbandingan antara diameter partikel terhadap diameter bejana dapat dijelaskan seberapa besar perbandingan antara kecepatan yang sebenarnya terhadap kecepatan teoritis ( tanpa memperhitungkan besarnya hambatan aliran balik ).

Semakin kecil diameter tangki atau bejana yang ditempati akan semakin besar kecepatan aliran balik fluida, dan akibatnya halangan atau hambatan yang terjadi semakin besar. Dengan demikian kecepatan pengendapan pada harga  $s$  yang dihitung sebelumnya bukan merupakan kecepatan yang sebenarnya, dan harus dikoreksi oleh adanya kecepatan balik dari fluida sebagai akibat dari desakan partikel tersebut. Kecepatan pengendapan terhalang yang merupakan kecepatan sebenarnya dinyatakan sebagai berikut:

$$S' = s - V_d \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

$s'$  = kecepatan pengendapan yang sebenarnya, m/s.

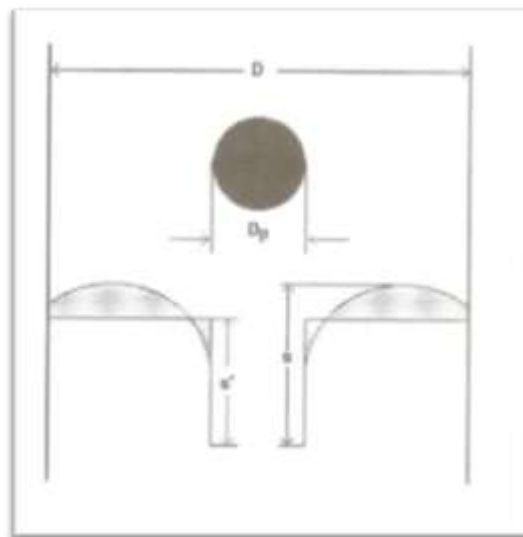
$S$  = kecepatan pengendapan bebas, m/s.

$V_d$  = kecepatan desakan fluida, m/s.

Pada gambar (5) diatas dianggap bahwa sebuah partikel berbentuk bola dengan diameter  $D_p$  mengendap didalam wadah yang berbentuk silinder dengan diameter  $D$ . Dengan anggapan tersebut kemudian dapat diturunkan suatu persamaan kontinuitas yang menyatakan bahwa laju volume fluida yang terdesak sama dengan laju volume yang bergerak, secara matematis pernyataan tersebut dapat ditulis dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\frac{s'}{s} = 1 - \left(\frac{D_p}{D}\right) \dots \dots \dots (3)$$

Sesuai dengan persamaan tersebut diatas, maka kecepatan pengendapan akan turun kurang dari 1% apabila harga diameter bejana lebih dari sepuluh kali diameter partikel ( $D > 10D_p$ ). Distribusi kecepatan pengendapan yang tergambar dalam Gambar (2.5.) adalah terjadi pada saat kondisi aliran dengan turbulensi yang tinggi. Jika aliran air yang terdesak arahnya keatas selama partikel bergerak yang arahnya kebawah berada pada kondisi laminar seperti yang terlihat dalam Gambar (2.6.), maka sebagai akibatnya adalah penurunan kecepatan pengendapan menjadi jauh lebih besar.



Gambar 2.6. Medan Kecepatan Desak pada Kondisi Laminer

Dalam hal fluida mengandung sejumlah partikel, pada konsentrasi volumetris yang dinyatakan dengan notasi  $C_v$ , suatu penurunan pengendapan yang efektif untuk berikutnya akan terjadi. Dengan demikian persamaan kontinuitasnya dinyatakan sebagai berikut :

$$s'CC_v = V_d(1 - C_v) \dots \dots \dots (4)$$

Atau :

$$s' = s - V_d = s - s' \frac{C_v}{1 - C_v} \dots \dots \dots (5)$$

Jika dinyatakan dalam angka perbandingan maka persamaan (5) dimodifikasi menjadi :

$$\frac{s'}{s} = 1 - C_v \dots \dots \dots (6)$$

Dengan medan kecepatan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 7 suatu entrainment air menyusup partikel, penurunan menjadi lebih besar.

Dimana  $f$  adalah faktor pengali yang digunakan untuk mengoreksi kecepatan pengendapan, dan harganya tergantung pada bentuk partikel dan kondisi aliran. Berbagai harga  $f$  diberikan dalam tabel seperti berikut:

Tabel 2. Konstanta Faktor F

KONDISI ALIRAN	BENTUK PARTIKEL	F
Turbulen	Bulat	1,2
Turbulen	Butiran	1,4

Laminer	Bulat	2,0
Laminer	Flok	2,8

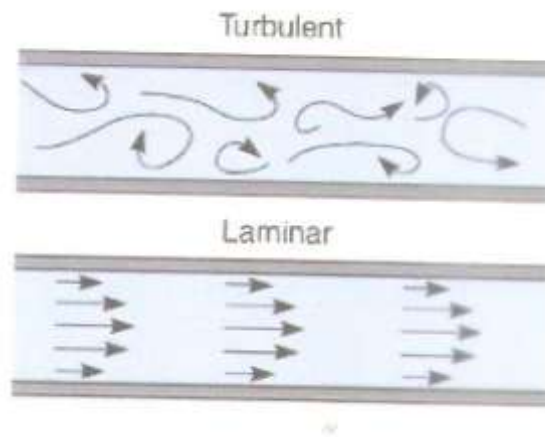
## 1. Perbedaan Aliran Laminer dan Turbulen

### a. Aliran Laminer

Merupakan aliran yang jarang terjadi pada air dan tidak begitu penting dalam aliran udara, tapi ini terjadi dalam viscosity fluida yang tinggi seperti campuran sediment dalam air, es, dan lava.

Alirannya relatif mempunyai kecepatan rendah dan fluidanya bergerak sejajar (laminae) dan mempunyai batasan-batasan yang berisi aliran fluida. Aliran laminar adalah fluida tanpa harus turbulent (pusaran air).

Partikel fluida mengalir atau bergerak dengan bentuk garis lurus dan sejajar. Laminar adalah ciri dari arus yang berkecepatan rendah, dan partikel sediment dalam zona aliran berpindah dengan menggelinding (rolling) ataupun terangkat (saltation). Lapisan-lapisan yang bersebelahan meluncur satu sama lain dengan mulus. Pada aliran ini partikel fluida mengikuti lintasan yang mulus dan lintasan tidak saling bersilangan. Aliran laminar sering dijumpai pada air yang dialirkan melalui pipa atau selang. Aliran ini mempunyai Bilangan Reynold lebih kecil dari 2300.



Gambar 2.7. Perbedaan Aliran Laminer dan Turbulen

b. Aliran Turbulen

Yaitu aliran yang ditandai dengan adanya lingkaran-lingkaran tak menentu dan menyerupai pusaran. Aliran ini mempunyai Bilangan Reynold lebih kecil dari 2300.