

# PENDEKATAN TEKNOLOGIS/EKONOMIS DALAM MEMECAHKAN MASALAH AIR BUANGAN DALAM KEGIATAN PERMINYAKAN.

Abdul Hamid<sup>1)</sup>, Eka yunikasari<sup>2)</sup>

Laboratorium Politeknik Akamigas Palembang  
 Jl. Kebon Jahe, Komperta, Plaju Palembang-Indonesia

## Abstrak

Tumpahan minyak yang mungkin dapat menjadi salah satu zat pencemaran, dapat berasal dari industri minyak dengan segala aktivitasnya, namun dapat pula berasal dari pemakaian hasil-hasil minyak tersebut. Efek negatif pencemaran berupa minyak bumi dan hasil produknya telah banyak diketahui dan terus menerus diteliti. Untuk mencegah dan mengatasi masalah pencemaran sampai batas tertentu memerlukan biaya besar dan tidak recoverable. Metode-metode yang paling cocok dilihat dari segi teknologi, operasional dan biaya adalah dengan metode standard spesifikasi preliminar yang lebih longgar kemudian secara bertahap di evaluir dan disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk kesederhanaan penanganan masalah air buangan, maka seharusnya satu jalur air utuh (sejak mata air sampai kelaut) diserahkan pengolahannya kepada satu area penanganan.

**Kata kunci:** Air buangan, permasalahan air buangan industri minyak, metode pembersihan dan performancinya

## I. Pendahuluan

Air buangan adalah air sisa dari suatu area ke penampungan alami. Di lihat dari areanya, air buangan ada dua macam yaitu air buangan dari kota berhubungan erat dengan masalah air buangan dari area pemukiman dan air buangan dari industri. Hampir semua air buangan dari industri mengandung minyak, tetapi apa yang terkandung dalam air buangan industri bukan minyak, tidak selalu ada dalam air buangan industri minyak.

Masalah air buangan ini seharusnya diatasi secara integral object areanya regional atau kota per kota, tetapi semua faktor kegiatan dalam area harus menjadi bahan pertimbangan dalam penanganan masalah tersebut. Parameter pokok yang menentukan mutu air buangan industri minyak adalah kadar hidrokarbon (minyak) dan fenol sebagai komponent pollution yang dipergunakan dalam control system industri ini.

Teknologi dewasa ini telah mampu menangani masalah air buangan industri minyak sampai pada mutu yang dikehendaki. Konsekuensi finansial atas penggunaan teknologi ini menjadi salah satu bahan pertimbangan, sampai sejauh mana air buangan itu bersih.

Pemilihan metode pembersihan disini bukan untuk menghitung *pay out time* terbaik, tetapi untuk mencari optimum antara initial investment dan operating cost sistem pencucian tersebut. Oleh karena sifat masalahnya yang khas regional dari penanganan masalah air buangan ini, maka standard kualitas air buangan tidak dapat dibuat secara menyeluruh. Harus di lihat area demi area dengan memperhatikan tata guna air dan tata guna tanah di area tersebut.

Apabila dipaksakan standard kualitas air buangan yang bersifat menyeluruh, maka akan timbul kemungkinan – kemungkinan sebagai berikut:

- Penurunan sumber daya modal (nilai investasi) akibat adanya investasi untuk hal-hal yang secara rasionil belum perlu diadakan. Apalagi bila standard tersebut terlalu ketat.
- Pertumbuhan industri tidak merata di tanah air.

## II. Dasar Teori

### A. Jenis air buangan industri minyak

Air buangan industri minyak secara umum dapat diklasifikasi dalam 3 (Tiga) kategori yaitu:

#### 1. Air Proses

- Air dari kondensasi uap air, stripping proses
- Blow down dari reflux drums
- Air dari proses crude oil desalter dehidrator
- Air drain dari tanki-tanki penimbunan dan lain-lain

#### 2. Air Berminyak

- Air hujan berasal dari area proses dan tank park dan utilities
- Air hujan dan air dari tempat loading dan discharge
- Ballast water dari kapal/tanker.

#### 3. Air dari utilities

- Air yang keluar dari laboratorium
- Air blow down boiler
- Air buangan dari penjernian air
- Air jamban/sonitary water

Air buangan tersebut dapat dialirkan dalam suatu sewer system tersendiri-sendiri, tetapi dapat

pula dibuat, agar dilakukan sekaligus/digabungkan. Air buangan ini dapat mengandung minyak, material-material suspensi sulfida dan bahan-bahan kimia, tergantung dari jenis aktivitas industri tersebut. Rata-rata mempunyai BOD yang rendah.

Zat-zat yang terdapat dalam air buangan dapat berubah sepanjang waktu setiap lokasi dan setiap jenis proses. Bila konsentrasinya mencapai angka tertentu, maka kontaminasi tersebut dapat menyebabkan gangguan pada keseimbangan lingkungan atau lazim dinamakan mencemari lingkungan. Konsentrasi kontaminasi ini tergantung banyaknya jenis aktivitas industri, metode kerjanya dan peraturan-peraturan setempat dalam hal pencemaran.

### B. Sumber Tumpahan Minyak

Sumber-sumber utama kemungkinan tumpahnya minyak ke alam adalah pada rangkaian aktivitas dalam industri minyak yaitu eksploitasi minyak dan gas, transportasi, penyimpanan dan distribusi, pengolahan minyak dan gas dan Penggunaan minyak. Beberapa kejadian yang memperbesar tumpahan minyak ke alam/lingkungan adalah Blow out pada pengeboran, Kebocoran alat-alat dan Kecelakaan-kecelakaan. Membesarnya sumber tumpahan dan meningkatnya frekwensi kejadian tumpah minyak kelingkungan disebabkan oleh kurang sesuai dalam penggunaan alat/material, kurang perhatian terhadap preventive maintenance, metode kerja buruk dan kurangnya kesadaran terhadap konservasi lingkungan pada para pelaksana.

Faktor pokok dalam hal ini adalah

- Manusia
- Alat
- Metode

Untuk mencegah terjadinya pencemaran dan sekaligus mengatasinya, maka ketiga faktor tersebut perlu ditingkatkan sampai pada mutu dan jumlah yang memadai.

### C. Masalah Air Buangan Industri Minyak

#### 1. Masalah air buangan industri minyak di lihat dari industri minyak

Air buangan industri minyak sedikit atau banyak selalu mengandung minyak dan beberapa jenis zat-zat lain. Kriteria kontrol yang menjadi ukuran mutu air buangan industri minyak adalah kadar minyak dan fenol. Minyak yang terbawa dalam air buangan dapat diakumulasi untuk meningkatkan konsentrasi minyak bebas agar mudah dipisahkan dari air sampai batas tertentu dan dipergunakan kembali. Pada keadaan demikian, usaha recovery masih menguntungkan industri minyak itu.

Tetapi bila pemisahan minyak dan air harus lebih sempurna sehingga kadar minyak dalam air buangan harus kecil sekali, maka pekerjaan ini akan memerlukan investasi yang besar. Yang pada akhirnya menyebabkan operating cost yang tinggi dan dapat terjadi operating cost yang tidak rationil. Yang dikhawatirkan adanya minyak dalam air buangan adalah timbulnya efek-efek negative lain terhadap industri minyak itu sendiri yang jelas mencegah terjadinya tumpahan minyak akan lebih baik dan lebih ekonomis dari pada menanggulangi tumpahan minyak yang akan terjadi terus menerus.

#### 2. Masalah air buangan industri minyak di lihat dari Penerima air buangan

Penerima air buangan industri minyak adalah alam. Dalam hal ini sekaligus berfungsi sebagai sumber bagi pemakai-pemakai air berikutnya.

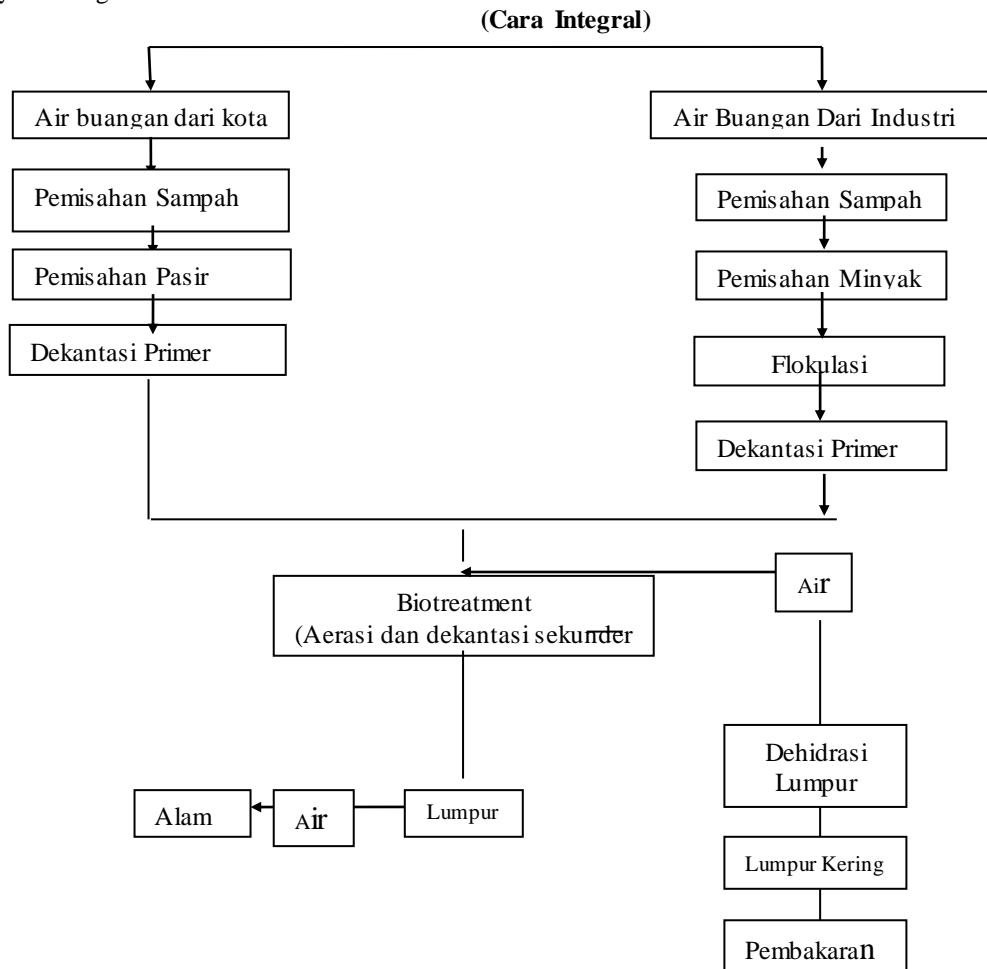
Pemakai-pemakai air tersebut menghendaki spesifikasi air yang berbeda-beda untuk masing-masing sektor kegiatan. Misalnya untuk penggunaan sebagai air irigasi memerlukan spesifikasi yang berbeda bila air tersebut digunakan untuk keperluan air minum atau untuk keperluan industri lain diluar industri minyak. Tabel dibawah ini menunjukkan berapa batas parameter air untuk keperluan-keperluan industri. Beberapa Atas Parameter Air Untuk Keperluan Industri.

Karakteristik	Power Generation	Textil	Pulp & Kertas	Proses Kimia	Petro Kimia
Hardness	0-20	25	100	250-900	350
pH	8-10	25-10.5	6-10	6.2-8.7	6-9
Ca (Mg/L)	0	-	20	60-100	75
Chlorida (mg/L)	-	-	200-100	500	300
Mg (mg/L)	0.01-0.3	0.01-0.05	0.05-0.1	0.1-0.2	-
Fe (mg/L)	0.01-1	0,1-0.3	0,1-0.3	0.1-0.3	1
Warna	-	5	10-30	20	-
Alkalin (CaCO <sub>3</sub> )	40-140	-	-	125-200	-
Suspended Solid	0-10	5	10	5-30	10

**D. Cara-cara mengatasi air buangan didalam industri minyak**

Ada 2 (Dua) cara yang lazim digunakan dalam penanganan masalah air buangan industri minyak sebagai berikut:

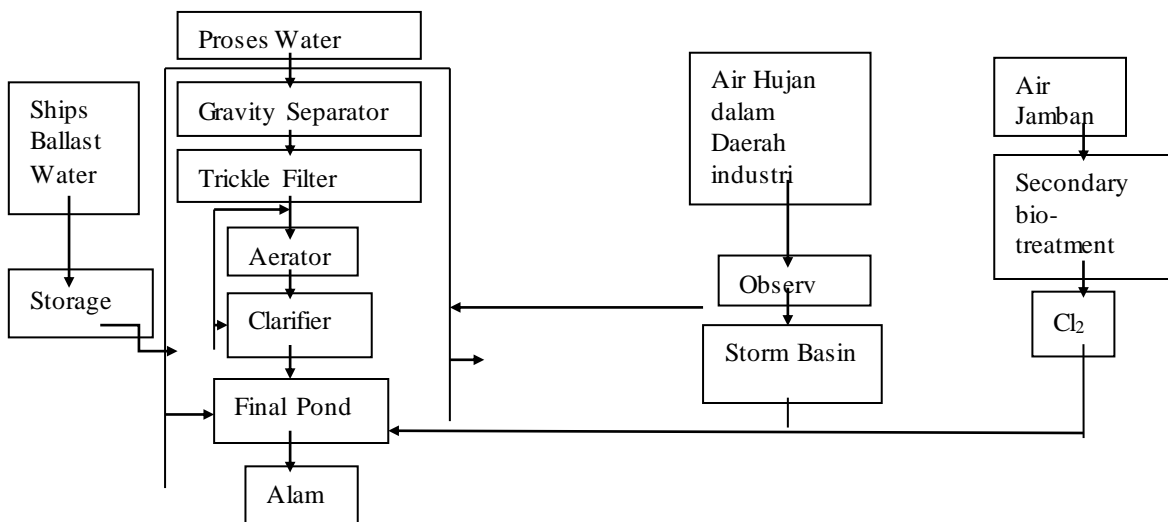
1. Air buangan industri minyak dan air buangan kota diatasi bersama-sama (Cara integral)



**2. Air Buangan industri minyak dibersihkan tersendiri**

Salah satu sumber terbesar tumpahan minyak dalam rangkaian industri minyak adalah aktivitas transport dengan tanker. Setelah itu menyusul sumber

kedua yang rutin adalah unit pengolahan minyak. Oleh sebab itu difokuskan kepada pembersihan air buangan dari dua sektor kegiatan ini. Tahap pekerjaan dalam cara ini terlihat dalam bagan biotreatment sekunder 2 tingkat berikut ini:

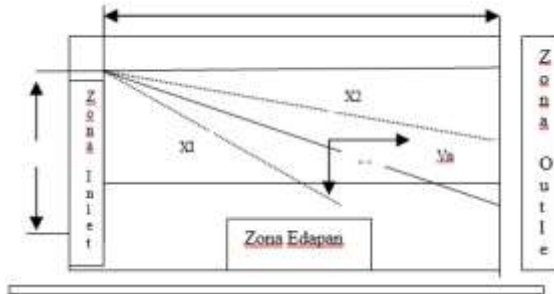


### III. Metodologi

#### 3.1. Tempat

Pelaksanaan berlokasi di pilot plant yang dibuat di Pusdiklat Migas Cepu dengan ukuran cell 12,5 x 12,5 x 20 cm.

#### 3.2. Perhitungan Data



$$a. t = \frac{H}{V_s} \quad V_s = \frac{H}{t} = \frac{Q \cdot t}{F_h \cdot t} = \frac{Q}{F_h}$$

$$b. G = H \cdot F_h = Q \cdot t$$

Keterangan:

t = waktu pengendapan (jam)

H = tinggi kolam (m)

$V_s$  = Kecepatan mengendap (m/jam)

G = Volume kolam ( $m^3$ )

Q = flow rate ( $m^3$ /jam)

$F_h$  = luas bidang permukaan horizontal kolam ( $m^2$ )

$V_s^2/V_s$  = jumlah pengendapan partikel dengan trayek  $x_2$  dan kecepatan pengendapan  $V_s^2$  dalam periode t jam.

Bila  $V_{s1} > V_s$  maka seluruh partikel dengan trayek  $x_1$  mengendapkan periode t jam.

Harga  $V_s$

Formula umum kecepatan pengendapan diberikan:

$$V_s^{2-n} = \frac{4d^{1+n}g(\rho_s - \rho_e)}{3c \cdot \rho_e}$$

Keterangan:

$V_s$  = kecepatan mengendap tetap (cm/sec)

d = diameter partikel (cm)

g = 981 cm/sec

$\rho_s$  dan  $\rho_e$  = spesifik gravity partikel dan air

C = koefisien (hambatan) sebagai fungsi dan Re.

$$C = \frac{a}{Re^n} \quad a = \text{koefisien}, \quad Re = \frac{v \cdot \rho \cdot d}{\mu}$$

=perbandingan antara inerti dengan force viskositas.

c. Api Separator

d. CPI Separator

e. Flotasi dengan udara

f. Filtrasi

2. Pembersihan Sekunder (Separasi minyak terlarut dengan bioridation)

3. Pembersihan tersier (Stabilisasi effluent)

### IV. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Pembersihan primer (Separasi Fisik minyak bebas)

##### a. Api separator

Ada 3 (tiga) jenis pekerjaan dalam pembersihan air buangan industri:

1. Pembersihan primer (Separasi Fisik minyak bebas)

Konsepsi alat ini adalah densitas minyak dan air, viskositas air, diameter globula minyak turbulensi dan kecepatan aliran. Pada separator semacam ini makin kecil partikel yang harus dipisahkan maka trayek pemisahan makin panjang dan akibatnya memerlukan luas permukaan yang besar, berarti memerlukan tanah yang luas. Mutu effluent setelah API separator banyak dipengaruhi oleh mutu influennya. Kadar minyak dan fenol untuk tiap-tiap jenis proses kebanyakan tidak sama.

##### b. CPI separator

##### Perhitungan CPI

Pilot plant yang dibuat di pusdik Migas cepu dengan ukuran luar cell 12,5 x 12,5 x 20 cm menghasilkan data percobaan sebagai berikut:

Diketahui:

Flow rate : 514,29 L/jam ( 1 liter per 7 detik)

Pollutant :Crude oil lapangan ledok

Kadar minyak pada inlet zone : 10.000 ppm

Kadar minyak pada inlet ke cell : 116 ppm

Kadar minyak pada outlet (effluent) : 12 ppm.

##### Analisis Data

Luas penampang cell pilot plant: 11,5x11,5= 132,25  $cm^2=13,225 \cdot 10^{-3}m^2$

Tebal plate 1 mm jumlah palt 9 buah

Total tebal plate 8 mm=0,9 cm

$$\text{Total luas penampang plate} = \frac{3,142 \times 11,5 \times 0,9}{2}$$

$$= \frac{32,52 \text{ cm}^2}{2} = 1,626 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Penampang bebas dalam cell= $13,225 \cdot 10^{-3} - 1,626 \cdot 10^{-3} m^2 = m^2$

Ada 2 cell = 2 x 11,599.  $10^{-3} m^2$

$$\text{Kecepatan flow di dalam cell} = \frac{51429 \cdot 10^{-3}}{2 \times 11,599 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{44,34}{2} \text{ m/jam} = 22,17 \text{ m/jam}$$

Kecepatan pada inlet cell:

Sekat vertikal 5 buah dengan lebar 10 mm dan tinggi 115 mm

Total luas penampang sekat : 1 x 11,5 x 5 = 57,5  $cm^2 = 5,75 \cdot 10^{-3} m^2$

Luas penampang plate yang teralalui fluida:

$$: \frac{3,14}{2} \times 9 \times (11,5 - 5) \times 0,1 = 9,18 \text{ cm}^2 = 0,918 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Luas penampang bebas

$$= 13,225 \cdot 10^{-3} - 5,75 \cdot 10^{-3} - 0,918 \cdot 10^{-3} = 6,56 \cdot 10^{-3}$$

Ada 2 cell = 2 x 6,56  $10^{-3}$

$$\text{Kecepatan pada inlet} = \frac{51429 \cdot 10^{-3}}{2 \times 6,56 \cdot 10^{-3}} = 39,20 \text{ m/jam}$$

##### Kecepatan pada bak pemisah I

Lebar (l) = 60 cm

Panjang (P) = 40 cm

Dalam = 70 cm

Luas Penampang = 4200  $cm^2 = 42 \text{ dm}^2$

V = 42 x 4 = 168 liter

Waktu = 19 menit

Flow rate = 514,29 Liter/jam  
Jadi kecepatan linearnya =  $\frac{514,29 \text{ Liter/jam}}{12 \text{ ppm}} = 1,225$   
m/jam

**Cell dari CPI Shell**

Luas penampang total =  $100 \times 100 = 1 \text{ m}^2$   
Luas penampang plate =  $\frac{100}{2} \cdot 1.10^{-3} \cdot \frac{\pi}{2} (100 - 40) \cdot 10^{-2} = 0.047 \text{ m}^2$   
Luas penampang bebas =  $0.953 \text{ m}^2$   
Flow rate =  $30 \text{ m}^2/\text{jam}$   
Kecepatan aliran =  $\frac{30}{0,952} = 31,51 \text{ m/jam}$

Dengan demikian penggunaan ruangan lebih sempit sehingga luas tanah yang digunakan lebih kecil. Dengan menggunakan CPI separator kadar minyak dalam effluent dapat ditekan lebih rendah lagi.

**c. Flotasi dengan udara**

Teknik flotasi telah digunakan dalam separasi suspended material dalam pembersihan air buangan industri minyak. Caranya adalah dengan menginjeksikan udara bertekanan dimana terdapat resirkulasi air yang sedang dibersihkan.

**Performance teknik flotasi**

Jenis Proses dalam refinery	Kualitas effluent setelah flokulasi flotasi			
	Kadar Minyak (ppm)		Kadar phenol (ppm)	
	Range	Rata-rata	Range	Rata-rata
Distilasi	5-66	3,2	0,03-3,5	3
Distilasi+Cracking	3-19	16	0,6-6,7	3
Distilasi+Cracking+ petrokimia	6-170	54	1-69	19
Fuel+Lub+Petrokimia	26-70	51	-	-

Pada umumnya bila influent mengandung minyak >300 ppm, effluentnya tidak dapat mencapai kadar minyak  $\leq 25$  ppm. Oleh sebab itu teknik flotasi digunakan untuk low level effluents ( $\leq 300$  ppm). Pada proses flotasi ini minyak dalam bentuk dispersi dan emulsi kedua-duanya dapat dipisahkan sehingga bila teknik ini dilakukan dengan tepat dapat menurunkan kadar minyak sampai 5-10 ppm.

**d. Filtrasi.**

Untuk kadar minyak pada inlet harus  $\leq 40$  ppm. Masalah utama pada cara ini adalah pencucian filter yang terkena minyak. Oleh sebab itu cara filtrasi yang bersifat fisis ini digunakan pada tahap ketiga (tersier) dimana kadar minyak dalam air sudah begitu rendah. Filter materialnya bisa pasir, arang (carbon) atau fibreglass. Biasanya filter-filter demikian berbentuk package yang mudah diganti-ganti.

**2. Pembersihan Sekunder (Separasi minyak terlarut dengan bioridation)**

Pencucian biologis ini ditujukan untuk menghilangkan komponent-komponent yang terlarut. Oleh sebab itu inletnya adalah outlet dari pencucian primer. Bila pencucian primer berjalan dengan baik, maka inlet biotreatment baik dan kadar minyak dapat diturunkan sampai dengan 1 ppm.

**a. Trickling filter.**

Udara dengan suspended material membentuk gelembung-gelembung bertekanan. Gelembung-gelembung ini akan naik kepermukaan pada bak penampung. Bila kedalam media diinjeksikan juga flocculant dan kemikalia untuk koreksi pH maka gelembung-gelembung tersebut makin gemuk dengan konsentrasi material suspensi yang lebih tinggi. Pengaruh penambahan zat-zat kimia pada proses ini adalah sebagai berikut:

Bahan Kimia	% Removal	
	COD	Oil
Tanpa bahan kimia	70	85
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	70	86
NaOH	70	80
Air Kapur	74	92
Polyelektrolit	76	90
Phosphat	85	98

Dibeberapa refinery, teknik flotasi mempunyai performance sebagai berikut:

Filter biologis ini terdiri dari tumpukan kerikil. Batu atau bahan-bahan plastik sebagai filter. Ketebalan lapisan ini sekitar 1,5 – 3 m. waste water disemprotkan ke permukaan lapisan ini. Material filtrasi akan melapisi mikroorganisme aerobik yang mampu mendegradasikan komponent-komponent minyak. Penyemprotan ini juga berfungsi sebagai proses oksidasi mekanik yang ditujukan untuk menjaga keseimbangan aerobik dalam system dengan ketebalan lapisan batu 1,5-3 m, flow rate = 1,223 liter/jam/m<sup>2</sup>.

Pada load rendah dilakukan resirkulasi agar filter tetap basah. Alat ini sederhana, relative mudah dijalankan, memerlukan tenaga relative kecil. Sayangnya memerlukan permukaan yang luas.

**b. Activated sludge.**

Prinsipnya sama seperti trickling filter, hanya mikroorganismenya berada dalam keadaan suspensi.

Aerasi dilakukan terhadap campuran benda-benda organik dan mikroorganisme dalam air buangan. Efektivitasnya lebih baik dari pada trickling filter. Peralatan lebih murah, lebih kecil, tetapi operating cost tinggi. Penggunaan tenaga elektrik power besar.

**c. Oxidation pond**

Dilakukan dalam suatu kolom. Oksidasi dilakukan dengan aerasip. Prosesnya mirip dengan

aktivitasi sludge hanya disini tanpa resirkulasi effluent.

### 3. Pembersihan tersier (Stabilisasi effluent)

Dilihat dari segi ekonomi yaitu investasi kelihatannya kalau kadar minyak dalam effluent diminta rendah maka biaya untuk pembuatan treatment plant dan biaya operasinya makin besar. Keadaan demikian terlihat baik pada prapembersihan maupun pada tahap-tahap selanjutnya.

Disamping itu biaya tersebut juga ditentukan oleh kapasitas treatment plant. Kebanyakan makin besar kapasitasnya makin rendah biaya pembersihan persatuan volume effluent. estimasi biaya pada unit treatment eropah. Untuk API separator dan sewer systemnya dapat dilihat pada grafik-grafik tersebut. Sedangkan untuk GPI beberapa data menunjukkan sebagai berikut CPI dengan residence time 5 menit untuk kapasitas 400 m<sup>3</sup>/jam.10.000 m<sup>3</sup>/hari bila kadar minyak pada effluent diminta 25 ppm investasinya 110.000 sedangkan bila kadar boleh naik sampai 100 ppm biaya investasinya \$ 80.000. kemudian jika dilihat dari operating cost rata-rata pada pencucian air buangan adalah sebagai berikut:

Prapembersihan (fisis) = \$ 0,10/1000 gallon.

Prapembersihan Sekunder = \$ 0,20/1000 gallon.

Prapembersihan tersier = \$ 0,40/1000 gallon.

Jadi direkomendasikan adalah standard effluent :

#### 1. Jalur Terpisah

Pada system jalur terpisah kadar minyak dalam air buangan 30-40 ppm dapat mudah dicapai. Sekalipun demikian angka kadar 100 ppm pada system ini, bila tidak menyebabkan kadar pada aliran 30 ppm kiranya dapat ditolerir. Angka ini berlaku bagi industri minyak maupun pemakai minyak pada daerah padat

#### 2. Jalur Bersama (system Integral).

Bila air buangan mengalir keperairan darat yang dipergunakan untuk umum, maka kadar minyak dalam air buangan sedemikian sehingga tidak menyebabkan kadar fenol pada bahan baku air minimal 0,001 ppm. Data tehnologis untuk pencucian fisis sampai dengan flotasi, kemudian dilanjutkan dengan biooxydation, kadar minyak 10-15 ppm dapat dicapai. Angka-angka ini berlaku untuk industri minyak dan pemakai minyak pada daerah padat industri.

#### Menyederhanaan masalah

Untuk kesederhanaan penanganan masalah air buangan, maka seharusnya satu jalur air utuh (sejak mata air sampai kelaut) diserahkan pengolahannya kepada satu area penanganan.

#### V. Kesimpulan

1. Masalah air buangan seharusnya diatasi secara integral pada tiap area, sebab masalah buangan berkaitan dengan tata guna tanah dan tata guna air pada suatu area.
2. Untuk tiap pembangunan dibidang industri, penanganan masalah air buangan harus termasuk di dalam plant design (plant

localation, Lay out dan treatment strategy). Sampai sejauh mana penanganan masalah ini, ditentukan oleh pengusaha daerah, dengan standard kualitas tiap jalur itu sebagai batu timbangannya.

3. Daerah-daerah/kota-kota yang telah pada industri seharusnya memiliki standard kualitas air buangan yang lebih tinggi dari daerah-daerah/kota-kota lain. Dengan demikian hal ini dapat membantu pengarah pertumbuhan industri secara merata dan seimbang diseluruh pelosok tanah air.
4. Standard kualitas air buangan adalah merupakan angka yang tumbuh dan tiap kali harus dievaluasi atas dasar perkembangan industri didaerah itu dan hasil-hasil yang dapat dicapai dalam teknologi baru dari waktu ke waktu.
5. Karena proses dilusi dan dispresi dilaut lebih intensive dari pada diperairan darat, maka daya tampung larutan lebih besar dari pada perairan darat. Oleh sebab itu air buangan industri seharusnya dialirkan kelaut tersendiri, tidak di campur kedalam perairan darat yang dipergunakan sebagai sumber air untuk kepentingan umum.
6. Beberapa data teknologi merekomendir konsentrasi minyak rata-rata dalam air buangan kelaut sekitar 30-40 ppm dengan max konsentrasi 100 ppm sebanyak 2%. Bila air buangan dialirkan keperairan darat yang dipergunakan untuk kepentingan umum maka kadar minyak tidak boleh menyebabkan sumber air itu tidak dapat dipergunakan sebagai bahan mentah air minum.
7. Data teknologis pencucian fisis dan biooxydation dapat mencapai kadar minyak 10-15 ppm dengan menggunakan CPI flotation dan trickler filter.

#### DAFTAR PUSTAKA

- D.P.,Muchtisar, Technical Notes Mengenai Pendekatan *Teknologis/Ekonomi dalam Memecahkan Masalah Air Buangan dalam kegiatan perminyakan.06/REF.AKA/1979*