

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kondisi Sungai Kapuas

Sungai Kapuas mengalir dari Pegunungan Kapuas Hulu di sebelah Utara Kalimantan dekat perbatasan Indonesia dengan Malaysia Timur. Sungai ini memiliki panjang \pm 1010 km. Dari morfologinya, Sungai Kapuas tergolong sungai stadium tua karena alurnya yang berbelok-belok. Kecepatan aliran juga tidak terlalu deras dibanding dengan sungai - sungai di Jawa karena kemiringannya yang relatif landai. Bila musim kemarau panjang, debit air Sungai Kapuas mengalami penurunan sehingga terjadi intrusi air laut hingga tengah kota. Hal ini sangat merugikan karena PDAM Kota Pontianak yang pengambilan air bakunya berada di tengah Kota Pontianak tidak dapat beroperasi karena tingginya kadar Cl pada air baku Sungai Kapuas.

Pada bagian tengah Kota Pontianak terjadi pertemuan sungai antara Sungai Kapuas Kecil dengan Sungai Landak. Dari pertemuan ini kemudian mengalir sebagai aliran Sungai Kapuas Besar. Aliran Sungai Kapuas Besar inilah yang digunakan sebagai alur pelayaran bagi kapal - kapal yang keluar masuk pelabuhan Pontianak. Alur pelayaran ini dipengaruhi oleh pasang surut dan keadaan dasar sungai sehingga kapal yang hendak melalui muara harus menunggu waktu pasang agar dapat melalui muara yang dangkal. Adapun data alur pelayaran yang berkaitan dengan pasang surut dan kondisi dasar sungai adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Data Alur Pelayaran

No.	Daerah Lokasi	Dalam Alur Pelayaran (m)	Lebar Sungai (m)	Lebar Alur Pelayaran (m)	Dasar Sungai	Tinggi Pasang Surut (m)
1	Km 28-26	5.10-5.60	15000.00	100.00	Endapan Lumpur Padat dan Pasir	0.78-0.95
2	Km 26-24	5.00-5.70	15000.00	100.00	Endapan Lumpur Padat dan Pasir	0.78-0.95
3	Km 24-22	5.00-5.60	15000.00	150.00	Endapan Lumpur Padat dan Pasir	0.78-0.95
4	Km 22-20	5.70	15000.00	200.00	Endapan Lumpur Padat dan Pasir	0.78-0.95
5	Km 20-18	5.10-5.30	35000.00	200.00	Endapan Lumpur Padat dan Pasir	0.78-0.95
6	Km 18-16	5.20-6.10 (Muara Jungkat)	1250.00	300.00	Endapan Lumpur Padat dan Pasir	0.78-0.95
7	Km 16-14	5.50-8.50	750.00	350.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
8	Km 14-12	8.10-9.20	750.00	400.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
9	Km 12-10	8.70-10.50 (P.Bhumun & Baharu)	1500.00	300.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
10	Km 10-8	11.40-10.90	1150.00	250.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
11	Km 8-6	7.60-10.30	700.00	900.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
12	Km 6-4	6.30-12.30 (P.Batu Layang)	950.00	700.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
13	Km 4-2	6.30-12.50	550.00	400.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
14	Km 2-0	6.00-9.20	495.00	450.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95
15	Km 0-0.5	1.00-14.90	375.00	300.00	Endapan Lumpur Padat	0.78-0.95

Sumber : PT. (Persero) Pelindo II Pontianak

Dalam beberapa tahun terakhir, alur pelayaran ini sudah mengalami beberapa kali pengerukan. Bahkan sekarang pengerukan merupakan agenda tahunan dari PT. (Persero) Pelindo II Pontianak karena walaupun setelah dikeruk, alur pelayaran tetap saja mengalami pendangkalan akibat sedimentasi.

2.2. Kondisi Air Sungai Kapuas

Dari sungai – sungai yang ada di luar Kalimantan, Sungai Kapuas memiliki karakter air yang berbeda dengan sungai lain. Air Sungai Kapuas memiliki warna kecoklatan karena material koloid yang dibawa dari hulu sungai ditambah lumpur koloid yang berasal dari air gambut hasil drainasi lahan gambut di daerah Selatan Kota Pontianak. Selain itu air Sungai Kapuas dipengaruhi hasil oksidasi unsur-unsur pirit yang muncul akibat pengembangan tata guna lahan di Kota Pontianak (Tim Survei P₄S Fakultas Teknik UGM, tahun 1969). Karakter lain yang menarik dari Sungai Kapuas adalah sedimen yang diangkut aliran sungai sebagian besar tidak mengendap di sepanjang sungai, melainkan mengendap di daerah muara.

Dari karakter dan kondisi air Sungai Kapuas ini muncul dugaan bahwa dengan karakter sedimen yang sedemikian rupa, serta unsur-unsur air laut yang dapat membentuk bahan koagulan memungkinkan terjadi suatu proses koagulasi di muara sehingga terjadi pendangkalan akibat endapan sedimen hasil proses koagulasi tersebut.

2.3. Kondisi Muara

Muara Sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut (Nur Yuwono 1994). Muara Sungai Kapuas berhubungan langsung dengan Selat Karimata yang merupakan laut pemisah Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera. Dari segi gelombang, Selat Karimata bukan termasuk laut dengan gelombang yang besar, sehingga arus yang mendominasi muara adalah arus

sungai. Hal ini menggolongkan muara Sungai Kapuas sebagai muara yang didominasi debit sungai (Nur Yuwono 1994). Oleh karena itu akan sangat memungkinkan bahwa material yang ada pada dasar muara didominasi oleh material yang terbawa oleh sungai. Hal ini dibuktikan dengan data alur pelayaran dari hasil pengerukan, mengenai dasar muara yang didominasi lumpur. (Laporan Proyek Pengerukan Alur Pelayaran Pelabuhan Pontianak 2001).

2.4. Angkutan Sedimen

Secara umum angkutan sedimen merupakan pergerakan butir-butir material dari hasil erosi oleh suatu gaya dorong, baik oleh angin maupun aliran air. Sedimen yang terangkut oleh air dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya berat partikel dengan ukuran sedimen tersebut.

Menurut besarnya ukuran sedimen dapat digolongkan sebagai berikut :

Tabel 2.4 Klasifikasi Ukuran Butir

Klasifikasi	Ukuran Butir
Bongkah (Boulder)	> 256 mm
Berangkal (Couble)	64 - 256 mm
Kerikil (Gravel)	2 – 64 mm
Pasir (Sand)	62 – 2000 μm
Lantau (Silt)	4 – 62 μm
Lempung (Clay)	< 4 μm

2.4.1. *Suspended load*

Suspended load adalah butiran yang bergerak di atas dasar secara melayang. Berat butir terus-menerus dikompensasi oleh gerak turbulensi air, sehingga sukar untuk mengendap (Pragnjono 1987).

2.4.2. *Bed load*

Bed load adalah partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai. Gerakannya dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat dan tidak pernah terlepas dari dasar sungai. Kualitas dan kuantitasnya tergantung pada penyebaran erosi, derajat kemiringan lereng, struktur geologi dan faktor vegetasinya. (Prgnjono 1987)

2.4.3. *Wash load*

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*clay*) dan debu (*dust*) yang terbawa oleh aliran sungai (Dwi Priyantoro 1987). Partikel ini dapat terbawa sampai ke laut, dan dapat juga mengendap pada aliran tenang. *Wash load* memiliki ukuran yang paling kecil diantara butiran sedimen lainnya. Sumber utama *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai.

Dalam penelitian ini, material koloid yang dibawa Sungai Kapuas tergolong sedimen kohesif yang susah mengendap, sehingga terbawa arus ke muara. Material koloid ini dapat mengendap bila keadaan aliran tenang. Namun

dalam kenyataannya aliran sungai merupakan aliran turbulens yang selalu mendorong material koloid ini sehingga sukar untuk mengendap. Jika melalui pengendapan mekanis, memang material koloid susah untuk mengendap. Namun jika melalui pengendapan kimiawis, material ini dapat mengendap karena terjadi proses koagulasi antar partikel yang menyebabkan pembentukan gumpalan dengan massa yang sebih besar hingga menambah kecepatan endap dari partikel tersebut.

2.5. Pengendapan pada Aliran Sungai

Pada aliran sungai pengendapan yang terjadi dapat berupa pengendapan mekanis dan pengendapan kimiawis. Macam-macam pengendapan berkaitan erat dengan berbagai macam faktor fisik dan kimiawis dari material yang diangkut oleh aliran sungai tersebut.

2.5.1. Pengendapan mekanis

Pengendapan mekanis adalah proses pengendapan partikel-partikel dalam air karena beratnya sendiri. (Sujarwadi, Budi Kamulyan 1988). Pengendapan material seperti ini dapat terjadi pada air diam maupun air mengalir. Dalam air tenang (diam), proses pengendapan lebih cepat dibanding pada air mengalir.

Kecepatan pengendapan partikel ini dipengaruhi oleh berat jenis, bentuk dan ukuran partikel. Partikel yang bulat dan lebih berat, lebih cepat mengendap dibanding partikel yang ringan dan tak beraturan. Selain itu kekentalan dan kerapatan air juga berpengaruh terhadap kecepatan pengendapan partikel.

2.5.2. Pengendapan kimiawis

Pengendapan kimiawis adalah pengendapan yang dipengaruhi oleh unsur kimia sebagai bahan koagulan yang berfungsi mengikat partikel koloid sehingga membentuk partikel yang lebih besar sehingga lebih mudah mengendap. (Sujarwadi, Budi Kamulyan 1988). Partikel koloid yang sangat halus mengandung muatan positif sehingga pada partikel terjadi tolak menolak. Bahan koagulan berfungsi untuk menetralkan partikel-partikel tersebut sehingga dapat berikatan. Semakin tinggi konsentrasi partikel koloid maka proses koagulasi yang terjadi akan semakin cepat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi maka jarak antar partikel semakin dekat. Pada aliran, proses koagulasi terjadi dibawah kecepatan antara 0.15 – 0.2 m/det.

2.6. Pertemuan Air Laut dan Air Sungai

Pada muara terjadi pertemuan antara air laut dan air sungai. Air sungai membawa berbagai macam material termasuk material koloid yang dapat berkoagulasi. Air laut mengandung berbagai macam unsur yang dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Unsur-Unsur Penting yang Terdapat pada Air Laut

	Gram per kilo	Gram per liter Pada 20°C, Berat jenis 1,025
Jumlah garam	35,1	36,0
Natrium	10,77	11,1
Magnesium	1,30	1,33

	Gram per kilo	Gram per liter Pada 20°C, Berat jenis 1,025
Calsium	0,409	0,42
Potassium	0,388	0,39
Strontium	0,01	0,01
Chlorida	19,37	19,38
Sulphate sebagai SO ₄	2,71	2,76
Bromida	0,065	0,066
Boric acid sebagai H ₃ Bo ₃	0,026	0,026
Carbon :		
Sebagai bicarbonat, carbonat dan molekul carbon dioksida	0,023 g. at pH 8,4 0,025 g. at pH 8,2	0,026 g. at pH 8,0 0,027 g. at pH 7,8
Sebagai bahan organik terlarut	0,001 – 0,0025 g.	
Oksigen dlm keadaan setimbang dengan atmosfir pada 15° C	0,008 g = 5,8 cm ³ per liter	
Nitrogen dlm keadaan setimbang dengan atmosfir pada 15° C	0,013 g. = 10,5 cm ³ N ₂ per liter + 0,28 cm ³ Argon dan lain-lain	
Unsur lain	0,005	

Sumber : H.W. Harvey

Dari unsur –unsur yang terkandung dalam air laut, maka dapat terbentuk zat-zat seperti Na₃AlO₃, AlCl₃, dan MgCl₂ yang merupakan bahan koagulan. Oleh karena itu jika air sungai bertemu dengan air laut, maka material koloid yang dibawa air sungai dapat berkoagulasi dan kemudian mengendap.

Untuk mengetahui kadar air laut dan air sungai pada kondisi lapangan dapat dilihat dari pengukuran salinitas atau daya hantar listrik. Salinitas (S) ialah kuantitas total garam terlarut dalam cairan yang dapat diukur dengan satuan (ppm). Sedangkan daya hantar listrik (DHL) pada suatu cairan diukur dengan satuan (micromhos). Selain itu untuk mengetahui kadar air laut dan air sungai dapat dilihat dari Chlorinitas (Cl) atau kuantitas total Chlorida pada cairan yang diukur dengan satuan (ppm). Hubungan antara Salinitas , Chlorinitas, berat jenis, suhu dan DHL dapat dilihat dari Grafik. Hubungan $\text{NaCl} \times \text{DHL} \times \sum \text{Cl} \times \text{Baume}$ pada halaman lampiran. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa hubungan antara Salinitas, Chlorinitas, dan DHL memenuhi persamaan berikut :

$S = 2 \text{ Cl}$ $\text{DHL} = 2 \text{ S}$

2.7. Unsur Pirit pada Sungai Kapuas

Unsur pirit dari tanah sulfat masam yang muncul pada aliran Sungai Kapuas merupakan suatu fenomena yang membedakan Sungai Kapuas dengan sungai-sungai lain di luar Kalimantan. Fenomena seperti ini selain di Kalimantan juga terdapat pada sebagian kecil daerah di Sumatera. Fenomena seperti ini perlu diperhitungkan dalam pengembangan kawasan dan tata guna lahan, sehingga efek samping yang merugikan dari fenomena tersebut dapat diatasi.

2.7.1. Pengertian tanah sulfat masam yang terbentuk dari unsur pirit

Seperti yang kita ketahui, Kota Pontianak merupakan kawasan delta atau daerah yang terbentuk jutaan tahun yang lalu dari endapan material yang dibawa aliran sungai yang kemudian mengendap di daerah muara. Dengan kata lain, daerah ini dulunya bekas laut yang tertimbun oleh endapan material yang dibawa oleh sungai. Di bawah dasar bekas laut tersebut, unsur-unsur organik dari lempung laut akan terurai melalui proses anaerob karena air tanah tersebut tidak mengandung O_2 bebas. Proses ini terjadi hingga 1 m di bawah permukaan tanah.

Dari penjelasan di atas, jika pada lingkungan seperti ini terjadi drainasi yang berlebihan, maka akan terjadi oksidasi pada unsur –unsur pirit dalam tanah tersebut. Karena oksidasi ini terjadi pada tanah yang tidak mengandung kapur, maka reaksinya tidak bisa dinetralkan sehingga membentuk $Fe_2(SO_4)_3$. Bahan ini berwarna kuning keputihan dan mudah hancur dalam air.

Karena di dalam air mengandung O_2 maka akan terjadi reaksi sebagai berikut : $Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O \rightarrow Fe_2(SO_4)_2(OH)_2 + H_2SO_4$. Hasil dari reaksi ini menghasilkan tanah yang sangat masam, begitu juga dengan air tanahnya. Selain itu H_2SO_4 ini bila bereaksi dengan unsur Al dalam tanah, juga akan membentuk $Al_2(SO_4)_3$ dan $Al(OH)_3$. Tanah seperti ini dinamakan *cat clay* atau tanah sulfat masam. Dari *cat clay* inilah muncul unsur seperti Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) dan Ferri Chlorida ($FeCl_3$) yang dapat menjadi bahan koagulan. (Penelitian Tim Survei P4S Fakultas Teknik UGM, 1969).

2.7.2. Munculnya unsur *cat clay* pada air Sungai Kapuas

Pada saat ini pengembangan tata guna lahan di Kota Pontianak masih dalam tahap normal. Namun seiring perkembangan Kota Pontianak, bukan tidak mungkin terjadi drainasi yang berlebihan sehingga unsur *cat clay* dari oksidasi pirit ini dapat muncul dalam skala yang besar. Kemunculan unsur *cat clay* ini dibuktikan dari peta PH hasil penelitian Tim Survei P₄S Fakultas Teknik UGM, tahun 1969, yang menunjukkan adanya beberapa titik pada saluran – saluran drainasi yang masuk ke Sungai Kapuas memiliki PH antara 3 – 4. Hal ini dapat dilihat pada peta pengukuran PH dari hasil Tim Survei P₄S Fakultas Teknik UGM, tahun 1969 pada halaman lampiran.