

**PENENTUAN LAJU PENGENDAPAN PARTIKEL DI KOLAM PENAMPUNGAN
AIR HASIL PENCUCIAN BIJIH MANGAN***DETERMINATION OF PARTICLE DEPOSITION RATE IN WATER SEPARATION
OUTCOMES OF MANGANESE OIL WASHING***Yusuf Rumbino dan Kezia Abigael**Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Email: yusufumbino70@gmail.com**Abstrak**

Sedimentasi adalah operasional pemisahan padatan dari larutannya menggunakan gaya gravitasi. Proses sedimentasi seringkali digunakan dalam proses-proses industrial untuk menjernihkan air limbah, dalam proses pengendapan partikel dalam pembuatan makanan, pengendapan kristal dari larutan induk, pengendapan bubuk kertas atau pulp pada industry pembuatan kertas dan sebagainya. Kecepatan sedimentasi didefinisikan sebagai laju pengurangan atau penurunan ketinggian daerah batas *slurry* (cairan lumpur) dengan supernatant (liquid jernih) pada suhu seragam untuk mencegah pergeseran fluida karena konveksi (Foust A.S, 1980) Pada keadaan awal, konsentrasi *slurry* adalah seragam di seluruh bagian tabung. Keadaan ini disebut *free settling*, dimana padatan bergerak turun hanya karena gaya gravitasi. Kecepatan yang konstan ini disebabkan oleh konsentrasi di lapisan batas yang relatif masih kecil, sehingga pengaruh gaya tarik-menarik antar partikel, gaya gesek dan gaya tumbukan antar partikel dapat diabaikan. Laju pengendapan partikel padat dalam zat cair dapat dibagi beberapa factor yaitu berat jenis dan partikel, bentuk dan ukuran partikel, viskositas air, aliran dalam bak pengendap. Dalam penelitian bertujuan untuk menghitung laju pengendapan lumpur pada RS Besar dalam 1 shift (7 jam kerja). Hasil penentuan laju pengendapan nantinya dapat dimanfaatkan untuk menentukan banyaknya padatan sedimen sehingga dapat ditentukan waktu pengerukan lumpur pada kolam RS Besar dan untuk menentukan waktu penambahan air tangka. Prosedur dari percobaan yang akan dilakukan adalah pertama mengambil sampel *slurry*) dari hasil pencucian yang ada di kolam pengendapan RS Besar dan mengukur volume *slurry* dengan gelas ukur yang berdiameter 9,5 cm dengan ukuran 500 ml.

Kata Kunci: *sedimentasi, slurry, free settling, laju pengendapan***Abstract**

Sedimentation is the operation of separating solids from their solutions using the force of gravity. Sedimentation processes are often used in industrial processes to purify wastewater, in the process of settling particles in the manufacture of food, settling crystals from mother liquor, settling paper pulp or pulp in the paper making industry and so on. Sedimentation velocity is defined as the rate of reduction or decrease in height of the slurry boundary area (mud liquid) with a supernatant (clear liquid) at uniform temperature to prevent fluid displacement due to convection (Foust U.S., 1980) In the initial state, the slurry concentration is uniform throughout the tube. This situation is called free settling, where solids move down only because of the force of gravity. This constant speed is caused by the concentration in the boundary layer which is still relatively small, so that the influence of the attraction between particles, the frictional force and the impact force between particles can be ignored. The rate of deposition of solid particles in liquid can be divided into several factors, namely specific gravity and particles, shape and size of particles, water viscosity, flow in the settling basin. In this study aims to calculate the rate of deposition of mud in RS Besar in 1 shift (7 hours of work). The results of determining the deposition rate can later be used to determine the amount of sediment solids so that it can be determined when the dredging of mud in a large RS pond and to determine the time of additional tangka water. The procedure of the experiments to be carried out is to first take a slurry sample) from the washing results in the Big RS settling pond and measure the volume of the slurry with a measuring cup with a diameter of 9.5 cm with a size of 500 ml.

Keywords: *sedimentation, slurry, free settling, sedimentation rate*

PENDAHULUAN

Pada penambangan dan pencucian mangan di PT. ANS harus melewati beberapa tahapan-tahapan untuk mendapatkan bijih mangan dengan kadar yang tinggi dan bersih dari tanah pengotor yang terbawa saat penambangan maka diperlukan proses pengolahan sehingga didapat bijih mangan yang bernilai ekonomis dan sesuai dengan permintaan konsumen.

Tahapan-tahapan operasional di dalam penambangan adalah tahap penggalian, tahap pengangkutan, tahap penghancuran (primary, secondary crushing), tahap sortasi ukuran (screening) dan tahap pencucian dengan alat jig. Alat jig bekerja berdasarkan pulsation dan suction yang ditimbulkan oleh dipraghma sehingga timbul denyutan air yang akan memisahkan mineral berat dengan mineral ringan (Kelly, 1982). Pada tahap pencucian mangan, dihasilkan bijih mangan yang bersih dan air sisa pencucian yang mengandung lumpur (pengotor). Air sis pencucian ini, dialirkan dan di tampung di bak penampungan yang disebut *settling pond* (kolam pengendapan). Air yang di tampung di bak penampung ini, nantinya akan di pakai kembali untuk tahap pencucian. Dengan adanya bak penampungan akan dapat membantu dalam pemisahan partikel-partikel berat (suspense) seperti pasir, tanah dan lumpur dari air (liquid). Prinsip kerja dari bak penampungan atau *settling pond* ini ialah terjadinya pengendapan secara alami (gravitasi) yang disebut proses sedimentasi. Sedimentasi adalah operasi pemisahan campuran padatan dan cairan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan *suspended solid* (Brown C.B,1950). Padatan yang terbentuk sewaktu-waktu harus dikeruk dan dikeluarkan dari kolam penendapan.

Proses sedimentasi berperan penting dalam berbagai proses industry, misalnya pada proses pemurnian air limbah, pengolahan air sungai, pengendapan partikel padatan pada bahan makanan cair, pengendapan kristal dari larutan induk, penyisihan pasir, *slime* atau lanau pada pengolahan air limbah dan masih banyak lagi.(Abuzar S.S, 2010) Salah satu faktor yang ikut menentukan waktu yang diperlukan untuk pengndapan adalah menghitung kecepatan partikel padatan yang turun ke bawah, dengan mengetahui kecepatan pengendapan dapat memperkirakan waktu pengendapan yang efektif

yang bisa dipakai dalam merancang dimensi kolam penampung yang lebih baik. Sehingga air yang akan dipakai lagi pada tahap pencucian adalah air yang jernih dan memiliki kandungan pengotor seminimal mungkin.

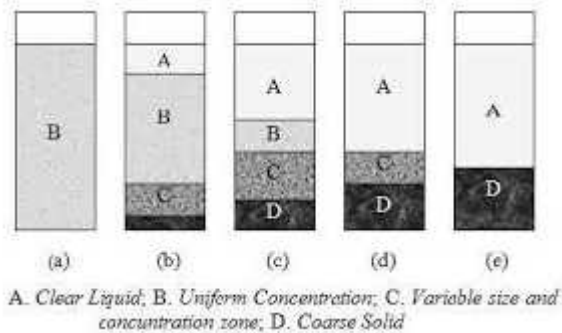
PT. ANS memiliki 3 unit kolam pengendapan dengan ukuran berbeda. yang dinamakan RS Besar dan RS kecil. Dimana RS Besar yaitu kolam pengendapan pertama guna untuk menampung air tailing dari proses pencucian, setelah air tailing mengalami proses pengendapan, air dialirkan lagi ke RS Kecil yaitu kolam pengendapan kedua, agar air yang sudah mulai jernih dapat mengalami pengendapan lagi, kemudian dialirkan lagi ke kolam ke 3 dimana air dari kolam tersebut dialirkan menggunakan pompa ke unit pencucian kembali. Pada RS Besar memiliki kapasitas tampungan air \pm 3 juta liter (Gambar 1). Kolam RS Besar ini diisi menggunakan air yang dibawa oleh mobil tanki air. Air yang disirkulasi ke unit pencucian tidak ada standar khusus, selama air yang dialirkan masih jernih maka dialirkan ke mesin pencucian, oleh karena itu diharapkan pengotor yang berupa lumpur halus secepatnya dapat mengendap di kolam besar dan kolam kecil sehingga dihasilkan air yang masih bisa dipakai sebagai air sirkulasi.



Gambar 1. Kolam Pengendapan RS Besar di PT. ANS

Sedimentasi adalah salah satu proses pemisahan campuran padatan dan cairan (*slurry*) menjadi cairan bening dan *sludge*. Proses ini memanfaatkan gaya gravitasi, yaitu dengan mendiamkan suspensi hingga terbentuk endapan yang terpisah dari larutan bening. beningan Proses sedimentasi dalam dunia industri dilakukan secara sinambung dengan menggunakan alat yang dikenal dengan nama

thickener, sedangkan untuk skala laboratorium dilakukan secara batch seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengendapan batch (Foust, 1980)
Keterangan:

- A = Cairan Bening
- B = Zona Konsentrasi Seragam
- C = Zona ukuran butir tidak seragam
- D = Zona partikel padat terendapkan

Gambar 2(a) menunjukkan suspensi dalam silinder dengan konsentrasi padatan yang seragam. Seiring berjalannya waktu partikel-partikel padatan mulai mengendap dimana laju pengendapan partikel tersebut diasumsikan sebagai terminal velocity pada kondisi hindered-settling. Pada gambar 2(b) terdapat beberapa zona konsentrasi. Zona D didominasi endapan partikel-partikel padatan yang lebih berat dan lebih cepat mengendap. Pada zona C terdapat partikel dengan ukuran yang berbeda-beda dan konsentrasi yang tidak seragam. Zona B Dengan konsentrasi yang seragam dan hampir sama dengan keadaan mula-mula. Diatas zona B adalah zona A yang berupa liquid jernih. Jika sedimentasi dilanjutkan, tinggi dari tiap daerah bervariasi seperti pada Gambar 2(c) dan Gambar 2(d). Daerah A dan D semakin luas, sebanding dengan berkurangnya daerah B dan C. Pada akhirnya, zona B dan C akan hilang dan seluruh padatan akan terdapat pada zona D sehingga tersisa daerah A dan D. keadaan seperti ini disebut dengan “Critical Settling Point” (ditunjukkan pada Gambar 2(e)), yaitu keadaan dimana terbentuk bidang batas tunggal antara liquid jernih dan endapan

Laju Pengendapan

Suatu partikel yang mengendap dalam air karena adanya gaya gravitasi akan mengalami percepatan sampai gaya dari tahanan dapat mengimbangi gaya gravitasi. setelah terjadi kesetimbangan partikel akan terus mengendap pada kecepatan konstan yang dikenal sebagai kecepatan akhir atau kecepatan pengendapan

bebas. Laju pengendapan partikel padat dalam zat cair dapat dibagi beberapa factor antara lain:

- a. Berat jenis dan partikel
- b. Bentuk dan ukuran partikel
- c. Viskositas air
- d. Aliran dalam bak pengendap

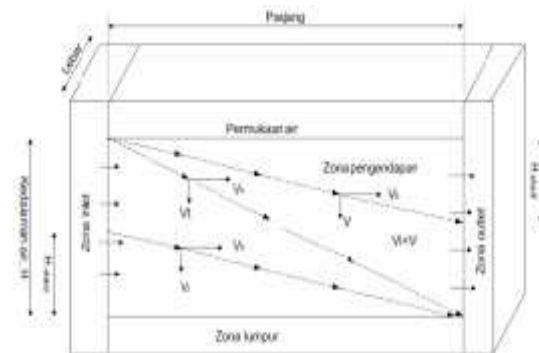
Contoh grafik tinggi lumpur (Batas antara zona A dan zona B) V/s waktu ditunjukkan pada Gambar 2 dan selama tahap awal pengendapan kecepatannya tetap sebagai mana terlihat pada bagian pertama kurva itu setelah zat padatnya mengumpul pada zona D laju pengendapan itu berkurang dan berangsur-angsur turun hingga mencapai tinggi akhirnya. Titik kritisnya dicapai pada titik C (Gambar 2).

Laju pengendapan lumpur berbeda-beda satu sama lainnya, demikian pula tinggi relatif berbagai zona pengendapannya. Untuk menentukan karakteristik pengendapannya secara teliti, setiap lumpur itu harus diperiksa dengan melakukan eksperimen terhadap masing-masingnya (Mc Cabe, WL. 1990).

Zona Ideal Kolam Pengendapan

Agar proses pengendapan partikel dalam suatu kolam pengendapan maka harus ada zona-zona yang memungkinkan pergerakan aliran dan memungkinkan terjadinya proses pemisahan partikel dari larutannya. (Gambar 3):

- a. Zona inlet, dimana air didistribusikan sepanjang bagian yang menyilang.
- b. Zona pengendapan, dimana partikel tersuspensi diendapkan dan air berada dalam keadaan diam.
- c. Zona lumpur, dimana partikel yang mengendap dikumpulkan.
- d. Zona outlet, adalah bagian untuk menyalurkan air yang sudah tidak mengandung partikel yang dapat diendapkan keluar dari tangki aliran pada tangki sedimentasi dapat horizontal maupun vertikal.



Gambar 3. Zona Pengendapan

Laju Pengendapan Stokes-Newton

Pada proses sedimentasi, ada berbagai macam persamaan yang dapat digunakan untuk menenentukan laju pengendapan diantaranya persamaan Stokes-Newton Law. Jika sebuah partikel turun didalam fluida karena gaya gravitasi, maka kecepatan pengendapan akan tercapai apabila jumlah dari gaya aksi (drag force) dan gaya apung (buoyancy) sebanding dengan gaya gravitasi benda atau kecepatan berbanding lurus dengan ukuran partikel, dimana jika diameter partikel kecil, maka kecepatan pengendapan juga kecil (Geapolis,1993). Kecepatan pengendapan menurut Persamaan Stokes-Newton Law dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$V = \frac{g(\rho - \rho_o)r^2}{9\eta}$$

Dimana :

- V = Kecepatan pengendapan (cm/s)
- g = Percepatan gravitasi (cm/s²)
- s = Massa jenis padatan (gr/cm³)
- o = Massa jenis fluida (gr/cm³)
- η = Viskositas fluida (gr/cm.s)
- r = Jari-jari partikel padatan (cm)

Dalam penelitian bertujuan untuk menghitung laju pengendapan lumpur pada RS Besar dalam 1 shift (7 jam kerja). Hasil penentuan laju pengendapan nantinya dapat dimanfaatkan untuk menentukan banyaknya padatan sedimen sehingga dapat ditentukan waktu pengerukan lumpur pada kolam RS Besar dan untuk menentukan waktu penambahan air tangki

METODE

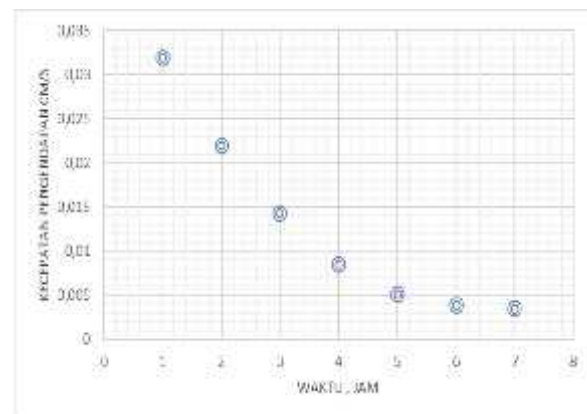
Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah *slurry* dari air sisa pencucian bijih mangan yang ditampung pada bak RS Besar. Prosedur dari percobaan yang akan dilakukan adalah pertama mengambil sampel *slurry* (air yang bercampur partikel lumpur) hasil pencucian yang ada di kolam pengendapan RS Besar dan mengukur volume *slurry* dengan gelas ukur yang berdiameter 9,5 cm dengan ukuran 500 ml. Mencatat tingi permukaan *slurry* dan air setiap selang waktu 30, 50, 70, 90 dan 110 menit hingga dicapai tingi permukaan *slurry* yang konstan dan selang waktu sampai terjadi *critical settling point*. Kemudian biarkan *slurry* tersebut mengendap. Setelah itu, dihitung lama waktu yang dibutuhkan hingga terjadinya pengendapan partikel. Pisahkan air yang jernih dengan lumpur yang telah mengendap dan hitung volume air tersebut.

Setelah itu, hitung berat lumpur yang sudah terpisah dari air jernih. Keringkan lumpur dan hitung kembali berat lumpur setelah kering. Tahap selanjutnya jumlahkan volume air yang hilang pada lumpur yang sudah dikeringkan, dengan air yang sudah dipisahkan sebelumnya. sehingga dapat mengetahui volume total air dan sg dari lumpur tersebut. Pengambilan sampel *slurry* dilakukan setiap 1 jam pada proses pencucian mangan selama 1 shift kerja (7 jam). Dengan mengetahui parameter yang dibutuhkan seperti masa jenis padatan dan viskositas fluida maka dapat dihitung kecepatan pengendapan setiap jam dengan menggunakan metode persamaan Stokes-Newton Law.

HASIL DAN BAHASAN

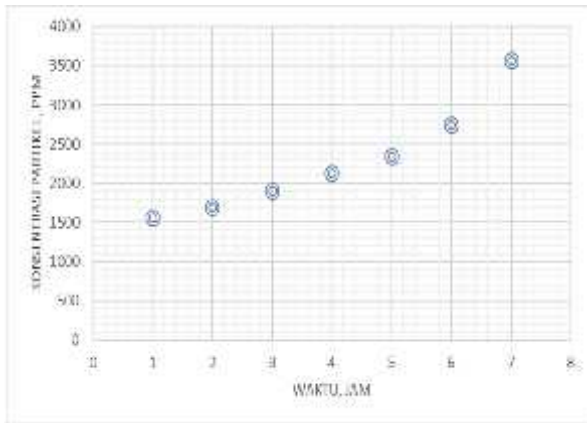
Hasil

Dari hasil pengamatan pada setiap jam *slurry* yang diambil setiap jam selama proses pencucian bijih mangan yang dimasukkan ke dalam tabung silinder kapasitas 500 mm menunjukkan perbedaan laju pengendapan partikel setiap jamnya. Kecepatan pengendapan setiap jam dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kecepatan pengendapan setiap jam

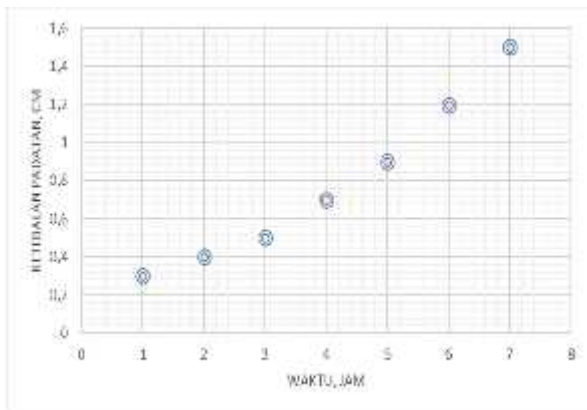
Semakin lama laju pengendapan semakin menurun karena dipengaruhi oleh viskositas fluida yang semakin lama semakin kental akibat penambahan padatan dari kotoran hasil pencucian bijih mangan. Kecepatan pada awal operasional sebesar 0,032 cm/s sedangkan setelah proses produksi selama 7 jam terjadi penurunan kecepatan pengendapan sebesar 0,0035 cm/s. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penambahan padatan dalam kolam pengendapan. Adapun penambahan padatan setiap jam diukur dari pengukuran menggunakan TDS. Hasil pengukuran TDS ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Konsentrasi padatan setiap jam

Padatan semakin meningkat dalam suspensi karena merupakan akumulasi pengotor hasil pencucian yang ikut masuk ke kolam pengendapan. Padatan ini mengendap di dasar kolam dan semakin tebal, sehingga memerlukan pengerukan. Peningkatan ketebalan endapan setiap jam ditampilkan pada Gambar 6.

Untuk menentukan ketinggian endapan pada RS besar maka dilakukan perbandingan volume padatan dalam gelas skala laboratorium, dengan volume kolam RS Besar. Sehingga didapatkan volume endapan pada RS Besar setelah 7 jam adalah 25,378 m³ dan tinggi endapannya adalah 0,93 m. Sedangkan kedalaman bak adalah 4,5 meter.



Gambar 6. Tebal padatan dalam tabung silinder

SIMPULAN

Kecepatan pengendapan akan semakin menurun akibat semakin banyaknya padatan dan semakin tebalnya endapan di dasar kolam. Agar air tetap jernih dan kecepatan pengendapan lebih cepat maka dasar kolam harus segera dikeruk setiap sebelum mencapai 0,93 meter karena kondisi air sudah memiliki konsentrasi padatan 3500 ppm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dilaksanakan bersama dengan beberapa mahasiswa yang telah membantu dalam preparasi bahan dan menjalankan peralatan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

Abuzar S.S., 2010, Sedimentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
 Brown C.B, 1950, Sediment Transport in Engineering Hydraulic, John Willey and Sons, New York
 E. G. Kelly and D. J. Spottiswood, 1982, Introduction to Mineral Processing. John Wiley & Sons.
 Foust A.S, 1980, Principle of Unit Operation, 4 ed, John Willey and Sons, New York
 Geanopolis, 1993, Transport Processes and Separation Process Principles, 4ed, Pearson Education International, USA.