

PERHITUNGAN TRANSPOR SEDIMEN DASAR MENGGUNAKAN METODE ROTTNER (STUDI KASUS DI SUNGAI LAIS DAN BOOM BARU PALEMBANG)

Netty Kurniawati, M. Irfan, Qurnia Puspita Sari

ABSTRAK

Pelabuhan Perahu Layar (PPL) sungai Lais mengalami masalah pengendapan (sedimentasi) yang timbul di depan dermaga. Kondisi ini cukup mengganggu operasional pelabuhan. Sehubungan dengan penanggulangan permasalahan tersebut, maka diperlukan studi penelitian masalah sedimentasi di areal tersebut. Perhitungan transpor massa sedimen merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak transpor massa sedimen yang terjadi. Adapun metode yang digunakan pada perhitungan transpor massa sedimen ini adalah Metode Rottner. Metode Rottner merupakan salah satu metode yang terbaik dalam perhitungan transpor massa sedimen. Hasil pembahasan diperoleh bahwa terdapat hubungan antara kecepatan aliran rata-rata terhadap transpor massa sedimen, semakin tinggi nilai kecepatan aliran rata-rata maka semakin besar pula transpor massa sedimen yang terjadi.

Kata kunci : Transpor massa sedimen, metode Rottner, nilai kecepatan aliran rata-rata

ABSTRACT

Harbour Sail Boat of Lais River experienced sedimentation problem which appeared in front of pier. This condition enough disturbed to harbour operational. Related with the overcome of the problem, so is needed an accuration study of sedimentation in the area. The calculation of sediment transport was a way which do to know insofar as much mass sediment transport that happened. There is a method which used to calculation of mass sediment transport is Rottner Method. Rottner Method is one of the best method in calculation of mass sediment transport. From the criticism is gained that is obtained a relation between average velocity about mass sediment transport, more high value of average velocity, so more big also mass sediment transport that happened.

Key words: sediment transport, Rottner methods, average velocity

PENDAHULUAN

Sumatra Selatan merupakan daerah yang banyak memiliki sungai,

dimana sungai-sungai ini dijadikan sebagai alur pelayaran. Salah satu sungai yang digunakan untuk aktivitas pelayaran adalah Sungai Lais. Pengerukan daerah Sungai Lais

merupakan suatu kegiatan yang rutin dilakukan setiap tahunnya, hal ini disebabkan tingginya sedimentasi (pengendapan) pada Sungai Lais.

Pelabuhan Perahu Layar (PPL) Sungai Lais mengalami masalah pengendapan (sedimentasi) yang timbul di depan dermaga. Kondisi ini cukup mengganggu operasional pelabuhan. Kedalaman rata-rata perairan yang ada saat ini adalah 4 meter, sedangkan kedalaman rata-rata yang diharapkan untuk menunjang rencana pengembangan yang telah disusun Pihak PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II (PT Pelabuhan II) Cabang Palembang adalah 5 meter. Sehubungan dengan penanggulangan permasalahan tersebut, maka diperlukan studi penelitian masalah sedimentasi di areal tersebut.

Salah satu faktor yang jelas terlihat adalah morfologi sungai tersebut yang mengakibatkan penggerusan di bagian tertentu, seperti misalnya di sisi pelabuhan milik Pertamina, sedangkan di sisi dermaga PPL terjadi pengendapan.

Khusus untuk dermaga PPL, ada kemungkinan keberadaan dermaga tersebut agak menjorok ke tengah membuat daerah di hilirnya tergerus, sedangkan di sebelah hulu

permukaan air sangat tenang, walaupun di sebelah hulu ini tidak terlalu jelas menunjukkan adanya gejala pengendapan.

Untuk mempelajari masalah sedimentasi tersebut, maka dapat kita lakukan perhitungan transpor sedimen dasar di perairan PPL sungai Lais. Di sini perhitungan transpor sedimen akan dilakukan dengan menggunakan suatu metode empirik yaitu *Metode Rottner*.

Sedimentasi dalam Sungai

Sungai adalah jalur aliran air di atas permukaan bumi disamping mengalirkan air juga mengangkut sedimen terkandung dalam air sungai tersebut. Jadi sedimen terbawa hanyut oleh aliran air, yang dapat dibedakan sebagai endapan dasar (*bed load*-muatan dasar) dan muatan melayang (*suspended load*). Karena muatan dasar senantiasa bergerak, maka permukaan dasar sungai kadang-kadang naik (*agradasi*), tetapi kadang-kadang turun (*degradasi*) dan naik turunnya dasar sungai disebut alterasi dasar sungai (*river bed alteration*). Muatan melayang tidak berpengaruh pada alterasi dasar sungai, tetapi dapat mengendap di dasar waduk-waduk atau muara-muara sungai yang menimbulkan pendangkalan-pendangkalan

waduk atau muara sungai dan menyebabkan timbulnya berbagai masalah. Salah satu penghasil sedimen terbesar adalah erosi sungai (dasar dan tebing alur sungai). (Sosrodarsono, 1984).

Penggolongan Sedimen

Sedimen adalah kepingan material hasil pelapukan yang berasal dari batuan yang ditransportasikan dan diendapkan oleh air. Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel sedimen dari kolom air ke dasar perairan.

Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting didalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap dan lain sebagainya. Diantara sifat tersebut, distribusi ukuran adalah yang paling penting.

Butir-butir dasar sungai mulai bergerak kalau gaya angkut kritis (*critical tractive force*) dilampaui besarnya. Sedimen ada yang bergerak pada dasar sungai dan ada yang terapung. Pada bahan yang terapung terdapat pula bahan dasar yang oleh karena komponen kecepatan keatas yang disebabkan turbulensi (komponen ke atas dan ke muka) lebih besar

dari kecepatan jatuh butir-butir sedimen tersebut. Maka dari itu makin besar kecepatannya makin besar turbulensinya, sehingga makin banyak bahan dasar yang terapung. Bagian bawah adalah bagian yang terbesar dan, makin keatas makin kecil butirnya (Hasan, 1988).

Dengan mengguna pengukuran sedimen dalam sungai, maka umumnya butir (partikel) dapat kita bagi atas beberapa golongan sebagai berikut (Hasan, 1988) :

1. *Wash load (silt)* 2 micron (ukuran partikel)
Wash load adalah partikel-partikel yang sangat halus, yang menyebar merata dalam bentuk suspensi dimana bergerak dengan kecepatan yang relatif sama dengan kecepatan aliran, dalam hal ini bergerak mengikuti arus.
2. *Suspended load* 20 micron
Suspended load, yaitu materi dasar perairan yang melayang biasanya terdiri dari butiran dan pasir.
3. *Saltation load* 200 micron
Saltation load adalah partikel peralihan antara *bed load* dan *suspended load*. Partikel ini tidak selamanya mengapung, kadang-kadang

ada pada dasar dan kadang-kadang ia melompat beberapa meter dengan ketinggian 0,5 m.

4. *Bed load* 2000 micron

Gambaran Umum Stasiun Boombaru dan Sungai Lais

Stasiun Boombaru dan sungai Lais merupakan suatu lokasi pengukuran lapangan yang terletak di daerah aliran sungai Musi, pengukuran yang dilakukan di kedua stasiun tersebut yaitu pengukuran karakteristik sungai yang berhubungan dengan pelayaran kapal-kapal besar. Salah satu karakteristik sungai Musi di stasiun Boombaru dan sungai Lais yaitu termasuk aliran alam terbuka

dengan dasar sungai lempung berpasir. Kedalaman rata-rata yaitu 6,5 m di stasiun boombaru dan 6 m di stasiun sungai Lais.

Metode Rottner

Rottner (1959) mendapatkan suatu persamaan untuk menyatakan aliran sedimen dasar dalam suku-suku parameter aliran yang didasarkan atas pertimbangan dimensi dan analisis regresi. Berdasarkan data yang dihimpun oleh Johnson (1943), Rottner menggunakan analisis regresi untuk menghasilkan efek parameter kekasaran relative d_{50}/D . Persamaan Rotter dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$q_b = \gamma_s [(\zeta_s - 1)gD^3]^{1/2} X \left\{ \frac{V}{[(\zeta_s - 1)gD]^{1/2}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{2/3} + 0.14 \right] - 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{2/3} \right\}^3$$

dimana:

- q_b = massa bed load (m^3/det)
- γ_s = rapat massa sedimen ($=165,36 \text{ kg}/m^3$)
- ζ_s = gravitasi spesifik semen ($=2,65$)
- g = gravitasi (m/s^2)
- D = kedalaman rata-rata (m)
- V = kecepatan rata-rata (m/s)
- d_{50} = diameter partikel sediment yang 50% lolos saringan (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

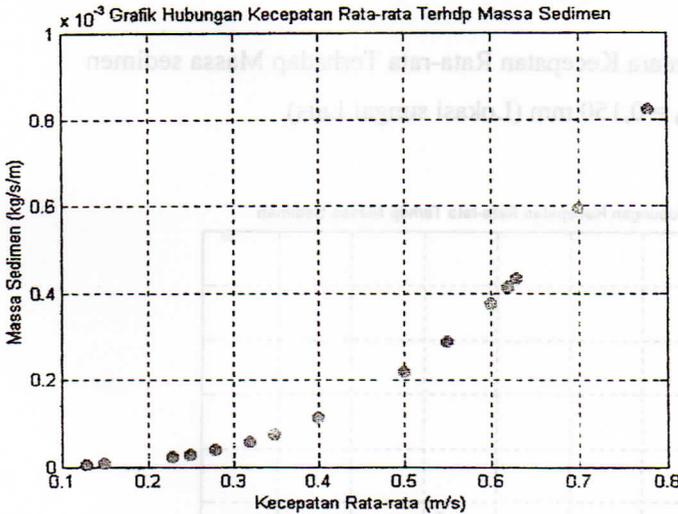
HASIL

Data yang digunakan dalam perhitungan transpor massa sedimen ini merupakan hasil pengukuran yang dilakukan oleh pihak PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II (PT Pelabuhan II) Cabang Palembang seperti kedalaman (batimetri), kecepatan

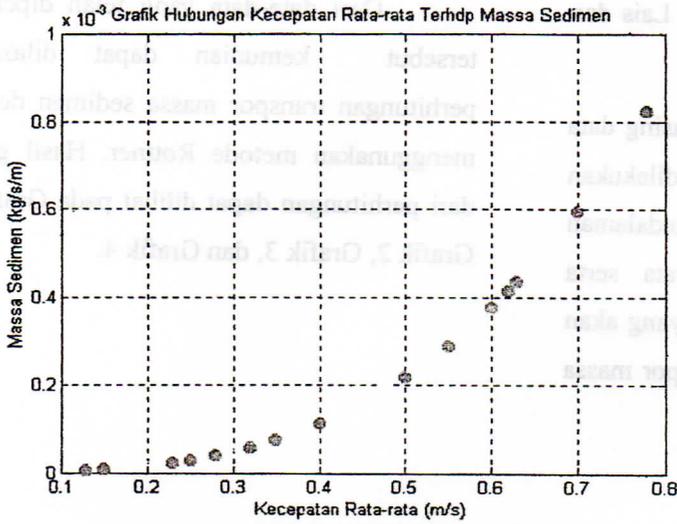
digunakan yaitu data lokasi Sungai Lais dan data lokasi Boom Baru.

Selanjutnya dari masing-masing data yang diperoleh tersebut dapat dilakukan perhitungan untuk menghitung kedalaman rata-rata, kecepatan aliran rata-rata serta menentukan material dasar sungai yang akan digunakan dalam perhitungan transpor massa sedimen tersebut.

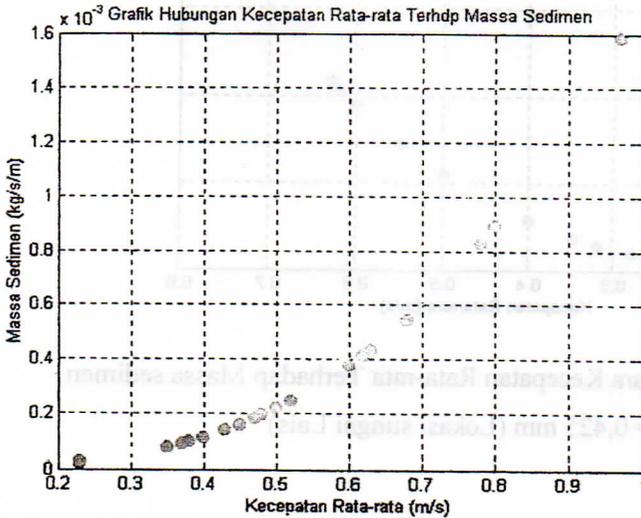
Dari data-data yang telah diperoleh tersebut kemudian dapat dilakukan perhitungan transpor massa sedimen dengan menggunakan metode Rottner. Hasil grafik dari perhitungan dapat dilihat pada Grafik 1, Grafik 2, Grafik 3, dan Grafik 4.



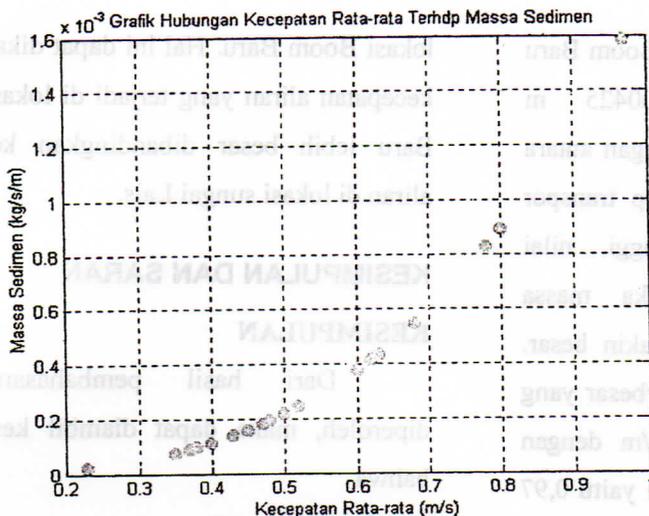
Grafik 1. Hubungan antara Kecepatan Rata-rata Terhadap Massa sedimen $d_{50} = 0,425$ mm (Lokasi sungai Lais)



Grafik 2. Hubungan antara Kecepatan Rata-rata Terhadap Massa sedimen
 $d_{50} = 0,150$ mm (Lokasi sungai Lais)



Grafik 3. Hubungan antara Kecepatan Rata-rata Terhadap Massa sedimen
 $d_{50} = 0,425$ mm (Lokasi Boom Baru)



Grafik 4. Hubungan antara Kecepatan Rata-rata Terhadap Massa sedimen
 $d_{50} = 0,150$ mm (Lokasi Boom Baru)

PEMBAHASAN

Setelah melakukan perhitungan transpor sedimen di lokasi sungai Lais dan Boom Baru dengan menggunakan metode Rottner, maka diperoleh grafik hasil perhitungan berupa grafik berbentuk tidak linier seperti terlihat pada Grafik 1, Grafik 2, Grafik 3, dan Grafik 4.

Dari Grafik 1 pada lokasi sungai Lais menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kecepatan aliran rata-rata maka semakin besar pula massa sedimen yang terbawa. Hal ini terjadi untuk material $d_{50} = 0,000425$ m. Dengan kecepatan aliran rata-rata tertinggi yaitu 0,78 m/s, massa sedimen yang terbawa

adalah sebesar $0,8241 \times 10^{-3}$ kg/s/m. Sedangkan sedimen yang terbawa dengan nilai terendah adalah $0,0038 \times 10^{-3}$ kg/s/m dengan kecepatan aliran rata-rata 0,13 m/s

Dari grafik 2 pada lokasi sungai Lais dengan material $d_{50} = 0,000150$ m juga menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kecepatan aliran rata-rata maka semakin besar pula massa sedimen yang terbawa. Dengan kecepatan aliran rata-rata tertinggi 0,78 m/s, massa sedimen terbesar yang terbawa juga sebesar $0,8241 \times 10^{-3}$ kg/s/m. Untuk kecepatan aliran rata-rata terendah 0,13 m/s, massa sedimen yang terbawa adalah juga sebesar $0,0038 \times 10^{-3}$ kg/s/m.

Dari grafik 3 pada lokasi Boom Baru untuk material $d_{50} = 0,000425$ m menunjukkan bahwa terjadi hubungan antara kecepatan aliran rata-rata terhadap transpor massa sedimen. Semakin tinggi nilai kecepatan aliran rata-rata maka massa sedimen yang terbawa juga semakin besar. Pada lokasi ini massa sedimen terbesar yang terbawa adalah $1,6 \times 10^{-3}$ kg/s/m dengan kecepatan aliran rata-rata tertinggi yaitu 0,97 m/s. Sedangkan pada kecepatan rata-rata terendah yaitu 0,23 m/s tidak terjadi massa sedimen yang terbawa.

Dengan lokasi yang sama yaitu Boom Baru Grafik 4 untuk material $d_{50} = 0,000150$ m juga menunjukkan dengan semakin tinggi nilai kecepatan aliran rata-rata maka massa sedimen yang terbawa akan semakin besar. Dengan kecepatan aliran rata-rata tertinggi 0,97 m/s massa sedimen yang terbawa adalah juga sebesar $1,6 \times 10^{-3}$ kg/s/m. Untuk material $d_{50} = 0,000150$ m ini dengan kecepatan rata-rata terendah 0,23 m/s tidak terjadi transpor sedimen.

Dari kedua lokasi tersebut yaitu lokasi sungai Lais dan lokasi Boom Baru dapat dibandingkan bahwa transpor massa sedimen yang terbesar adalah terdapat di

lokasi Boom Baru. Hal ini dapat dikarenakan kecepatan aliran yang terjadi di lokasi Boom Baru lebih besar dibandingkan kecepatan aliran di lokasi sungai Lais.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan bahwa

- Kecepatan aliran dapat mempengaruhi banyaknya transpor massa sedimen yang terjadi.
- Pada lokasi sungai Lais transpor massa sedimen dasar terbesar adalah sejumlah $0,8241 \times 10^{-3}$ kg/s/m dengan kecepatan aliran rata-rata tertinggi yaitu 0,78 m/s. Ini terjadi untuk material $d_{50} = 0,000425$ m dan material $d_{50} = 0,000150$ m. Sedangkan pada lokasi Boom Baru transpor massa sedimen dasar terbesar adalah $1,6 \times 10^{-3}$ kg/s/m dengan kecepatan aliran rata-rata tertinggi 0,97 m/s. Ini juga terjadi untuk material $d_{50} = 0,000425$ m dan material $d_{50} = 0,000150$ m.
- Transpor massa sedimen dasar yang terjadi di lokasi Boom Baru lebih besar

dibandingkan transpor massa sedimen dasar yang terjadi di lokasi sungai Lais.

penunjang lainnya agar dapat diperoleh hasil yang memadai.

SARAN

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah :

- Harus tetap dilakukan studi masalah sedimentasi yang terjadi di lokasi sungai Lais agar rencana pengembangan untuk mencapai kedalaman rata-rata 5 meter dapat terlaksana dengan baik.
- Untuk merancang pengembangan sumber daya air maka haruslah juga berpegang pada prinsip konservasi, sehingga tidaklah cukup bila pengembangan hanya dilihat dari transpor sedimen saja, maka dari itu perlu sekali adanya metode

DAFTAR PUSTAKA

- Hasan, M., [1988], **Hidrology**, Jilid 2, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Koesoemadinata, R.P., [1985], **Prinsip-prinsip Sedimen**, Jurusan Geologi, Institut Teknologi Bandung.
- Sasradarsono, Suryono, Taminaga, M., [1984], **Perbaikan dan pengaturan Sungai**, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, B., [1989], **Teknik Pantai**, Beta Offset, Yogyakarta.
- Yang, C.T., [1996] **Sediment Transport: Theory and Practice**, McGraw-Hill, Singapore.