

PENENTUAN STABILITAS MUARA SUNGAI BATUSUYA BERDASARKAN PARAMETER PRISMA PASANG SURUT DAN ANALISIS SEDIMENTASI

Aimatul Ulwiya¹⁾, Yutdam Mudin¹⁾, Abd. Rahman¹⁾

¹⁾Jurusan Fisi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako

ABSTRAK

Penelitian tentang penentuan stabilitas dan analisis sedimentasi, telah dilakukan pada Muara sungai Batusuya. Penelitian ini bertujuan memodelkan transport sedimen dengan menggunakan model numerik 2D dan menentukan nilai stabilitas muara sungai berdasarkan parameter prisma pasang surut. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer yaitu debit, sedimen dan gelombang sedangkan data sekunder yaitu data batimetri, data pasang surut dan data angin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola arus di perairan Sungai Batusuya kecepatan arus maksimum terjadi pada pasang purnama sebesar 0.012 m/s dan kecepatan arus minimum terjadi pada saat surut purnama sebesar 0.0014 m/s. Sebaran sedimen di muara Sungai Batusuya selama 29 hari dominan kearah barat laut dengan besar konsentrasi sedimen 0.01 kg/m³. Hasil penentuan stabilitas muara Sungai Batusuya diperoleh sebesar 3.44 dengan ketentuan nilai stabilitas mulut sungai bahwa nilai yang didapatkan termaksud dalam kriteria memiliki nilai stabilitas kurang dari 20 ($S < 20$) menunjukkan bahwa mulut sungai tidak stabil dan sangat sering tertutup.

Kata kunci : *Pola arus, Transport sedimen, Stabilitas muara sungai*

ABSTRACT

Research on determining stability and analysis of sedimentation has been carried out on Estuary of the Batusuya River. This study aims to model sediment transport using 2D numerical models and determine the value of river estuary stability based on tidal prism parameters. The data used in this study are primary data, namely debit, sediments and waves while secondary data are bathymetry data, tidal data wind data. The results showed that the current pattern in the waters of the Batusuya River the maximum current velocity occurred at full moon tide of 0.012 m/s and the minimum current velocity occurred at full moon tide of 0.0014 m/s. Sediment distribution at the mouth of the Batusuya River for 29 dominant days towards the northwest with a large sediment concentration of 0.01 kg/m³. The results of determining the stability of the Batusuya River estuary were obtained at 3.44 with the determination of river mouth stability that the values obtained had a stability value that the value obtained in the criteria has a stability value of less than 20 ($S < 20$) indicating that the river mouth is unstable and very often closed.

Keywords: *Current pattern, Sediment transport, River estuary stability*
Corresponding Author: aimatul96@gmail.com (ph: +62-82243960276)

I. PENDAHULUAN

Muara sungai merupakan bagian hilir sungai yang berhubungan langsung dengan laut hingga mencapai lembah sungai sejauh pengaruh pasang masih tampak ke arah hulu. Muara sungai dapat dibagi menjadi tiga segmen yaitu segmen muara yang berhubungan langsung dengan laut terbuka, segmen tengah yang dipengaruhi oleh salinitas yang tinggi dan bercampur dengan air tawar serta segmen hulu yang ditandai oleh dominasi air tawar tetapi masih dipengaruhi oleh gerakan pasang harian (Fairbridge, 1980). Salah satu fungsi dari muara sungai yaitu sebagai penyalur debit sungai dari darat ke laut terutama pada waktu banjir, debit sungai membawa material sedimen yang berasal dari daerah hulu (Triatmodjo, 1999).

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui proses dinamis pantai yang dipengaruhi oleh gerak sedimen di daerah dekat pantai oleh gelombang dan pasang surut. Sedimentasi merupakan terlepasnya butiran tanah dari induknya disuatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terangkut di tempat lain (Sarimai, 2017). Sedimentasi yang sering terjadi pada muara sungai sangat rumit,

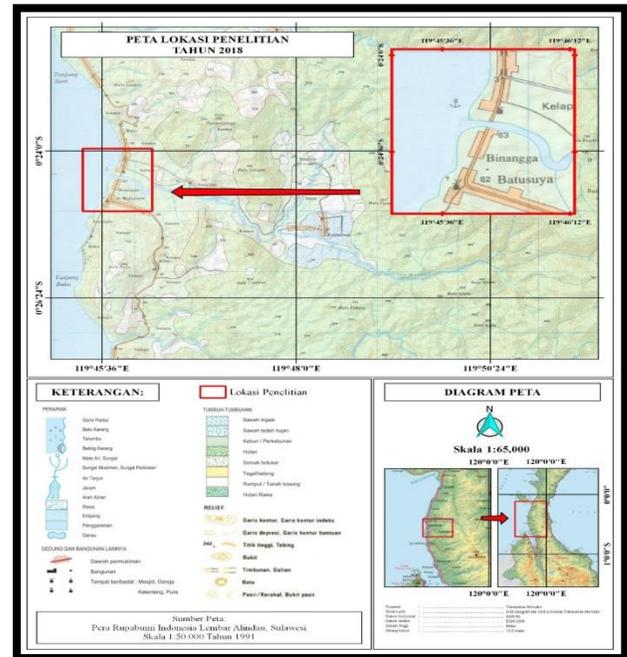
karena sifat fisik dari partikel dan jumlah angkutan sedimen sangat berbeda-beda dari satu alur sungai ke alur sungai lain. Akibat yang terjadi pada muara sungai yang membelok seperti pada sungai di Desa Batusuya menyebabkan pergerakan yang dipengaruhi oleh angkutan sedimen sepanjang pantai dan sedimen oleh debit sungai. Desa Batusuya merupakan salah satu desa di Kecamatan Sindue Tombusabora Kabupaten Donggala, yang terletak pada bagian sebelah utara Kabupaten Donggala Kecamatan Sindue terletak pada posisi $0^{\circ}23'21''$ - $0^{\circ}32'54''$ dan $- 119^{\circ}45'18''$ - $119^{\circ}56'36''$ BT, memiliki luas wilayah 221.55 km² (Donggala dalam Angka, 2015).

Proses sedimentasi yang terjadi pada muara sungai dapat diakibatkan oleh gelombang, pasang surut air laut dan aliran debit sungai. Angkutan sedimen oleh gelombang laut bergerak masuk ke muara sungai, setelah gelombang sudah tenang maka sedimen akan mengendap. Angkutan sedimen oleh pasang surut air laut yaitu pada saat surut sedimen akan terbawah ke daerah mulut sungai dan tersebar di laut selama periode air surut aliran debit sungai menjadi kecil, sehingga sebagian suspensi akan mengendap. Jika proses sedimentasi ini terus berlangsung selama gelombang laut yang cukup besar dan tanpa

adanya penanganan maka mulut sungai akan bergeser dan semakin menyempit berdasarkan arah gerakanya angkutan sedimen pada aliran sungai, bahkan muara sungai sudah tidak berfungsi atau muara akan tertutup sedimen sehingga menghambat aliran sungai, kondisi tersebut dapat dianalisa berdasarkan nilai stabilitas yang merupakan hasil dari perhitungan prisma pasang surut dan transport sedimen sepanjang pantai (Soewarno, 1991). Hal inilah yang terjadi pada sungai di Desa Batusuya, dimana terlihat pada bagian mulut sungai pada saat surut terbentuk proses sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan. Adanya pendangkalan diakibatkan proses sedimentasi di bagian muara sungai dapat mengakibatkan terhambatnya aktivitas nelayan. Sedimentasi yang terbentuk juga dapat mengubah keadaan morfologi sungai. Melihat kondisi tersebut maka perlu diadakan penelitian untuk memberikan informasi awal terhadap proses sedimentasi dengan menentukan kondisi stabilitas mulut sungai di Desa Batusuya sehingga dapat mencegah dampak negatif yang terjadi dimuara sungai.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Palem (mistar ukur), digunakan untuk mengukur gelombang pasang surutnya air laut
2. Perangkat sedimen, digunakan untuk memperoleh material sedimen yang terdapat di dasar laut
3. Flow meter, digunakan untuk mengukur kecepatan arus
4. Stopwatch, digunakan untuk mengukur waktu
5. GPS, digunakan untuk menentukan titik geografis lokasi pengukuran
6. Kompas, digunakan untuk menentukan arah mata angin
7. Depthmeter, digunakan untuk pengambilan data batymetri

8. Perahu.

Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan dua tahapan yaitu Pemodelan dan Perhitungan penentuan nilai stabilitas.

1. Tahapan pekerjaan pemodelan ini dilakukan dengan urutan tertentu. Tahap pertama adalah pemodelan pembuatan *mesh* (*grid* perhitungan numerik), tahap kedua ada beberapa langkah yaitu, langkah pertama memasukkan data elevasi muka air, langkah kedua memasukan data debit sungai, langkah ketiga memasukan data angin, dan langkah keempat memasukan data parameter Viskositas Eddy dan nilai Manning sebagai input software *Resources Management Associates-2* (RMA-2). Tahap ketiga adalah diperolehnya solusi hidrodinamika yang didapatkan dari RMA-2. Hasil simulasi ini digunakan sebagai data masukan untuk menjalankan *two dimensional sediment transport numerical model* (SED-2D) dengan menjalankan program SED- 2D. Hasil dari tahapan ini adalah presentase seberapa besar laju transport sedimen akibat pergerakan sedimen yang menyebabkan perubahan pada morfologi sungai Batusuya.

2. Tahapan untuk mengetahui kondisi stabilitas muara sungai dilakukan dengan Perhitungan sedimen pantai menggunakan persamaan :

$$Q_s = 0,401 P_1 \quad (1)$$

dengan Metode Fluks energi persamaan:

$$P_1 = \frac{v \cdot g}{8} H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2)$$

sehingga didapatkan hasil angkutan sedimen sejajar pantai. Untuk perhitungan prisma pasang surut berdasarkan pada data pasang surut yang diperoleh dari lokasi penelitian dengan menggunakan persamaan:

$$W = \frac{Q_{maxT}}{\pi c_k} \quad (3)$$

Adapun untuk perhitungan stabilitas mulut sungai dapat dilakukan dengan persamaan:

$$S = W / M_{tot} \quad (4)$$

Hasil yang diperoleh dari perhitungan merupakan besarnya nilai stabilitas mulut sungai dapat dilihat pada Tabel 3.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN**Simulasi model 2D**

Muara Sungai Desa Batusuya merupakan lokasi penelitian untuk pemodelan yang berbentuk model 2D, sebelum menginput data masukan model terlebih dahulu mengatur batas wilayah yang akan di modelkan, selanjutnya mendikritisasi daerah pemodelan kedalam bentuk oval yang kemudian diubah menjadi elemen *mesh*. Dengan menggunakan MODUL RMA2 untuk menginput data beberapa gaya pembangkit pola arus seperti gelombang pasang surut, debit sungai yang bernilai 1.59 m³/s dan angin permukaan. Data gelombang pasang surut yang digunakan adalah data

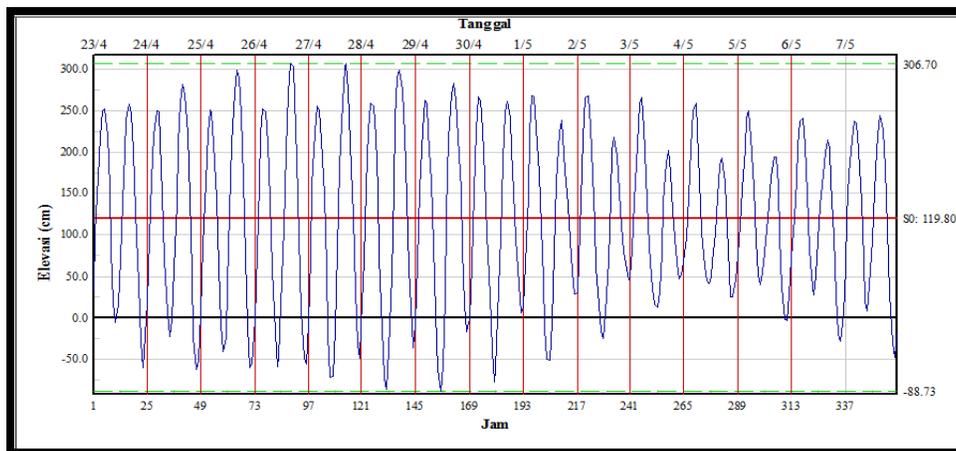
setiap jam selama 15 hari, yang merupakan data sekunder yang diperoleh dari stasiun pantoloan palu. Dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.

Pembangkit Gelombang Pasang Surut

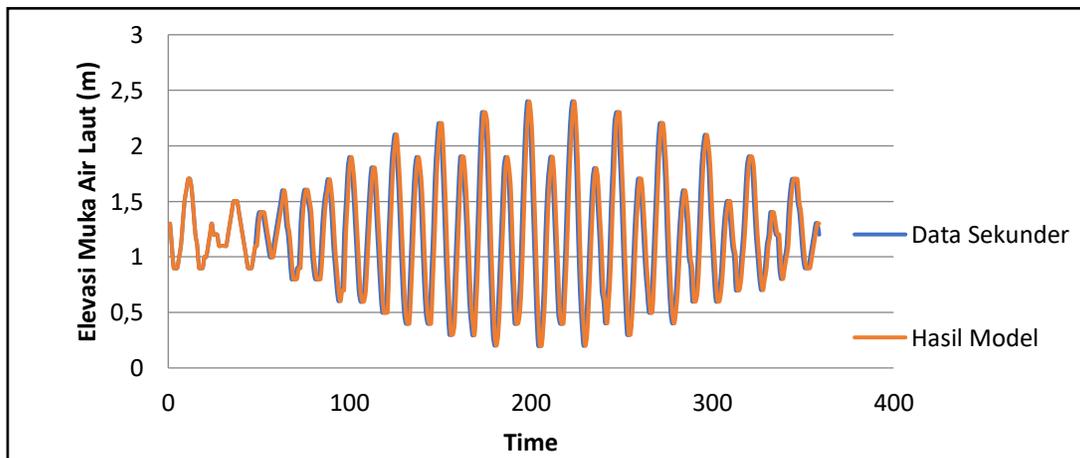
Pengolahan data pasang surut menggunakan metode admiralty, data yang diperoleh dari stasiun pantoloan pada 23 April – 07 Mei 2018. Data pasang surut stasiun pantoloan yang sudah diolah dibandingkan dengan data pasang surut hasil simulasi untuk verifikasi model hidrodinamika dapat dilihat pada Gambar 3.

Pola Arus

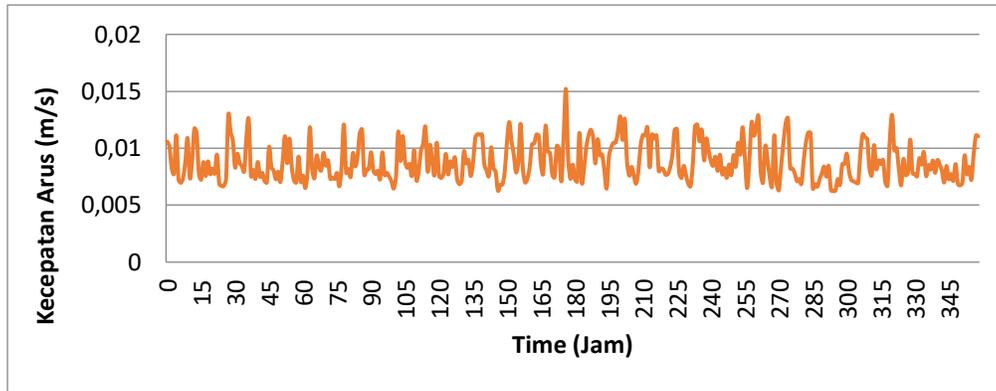
Hasil dari model hidrodinamika RMA2 menghasilkan pola perubahan Arus laut pada saat menuju pasang dan menuju surut purnama, pola arus dibangkitkan oleh gelombang pasang surut, angin dan debit aliran sungai sebagai masukan pada model RMA2. Perubahan besarnya arus terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 4 yang menunjukkan hasil perubahan tersebut hampir mirip dengan hasil simulasi model hidrodinamika.



Gambar 2. Grafik ramalan pasang surut



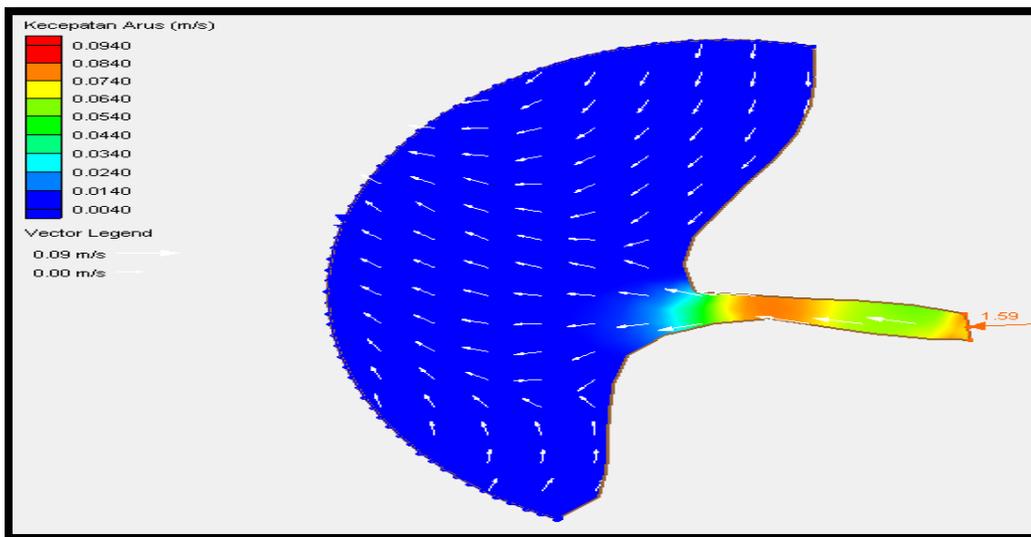
Gambar 3 Perbandingan pasang surut data sekunder dan hasil pemodelan hidrodinamika



Gambar 4. Hasil simulasi model hubungan perubahan kecepatan arus terhadap waktu di muara sungai Batusuya

Gambar 5 menunjukkan pola arus yang arah dan kecepatan arusnya dominan menuju ke

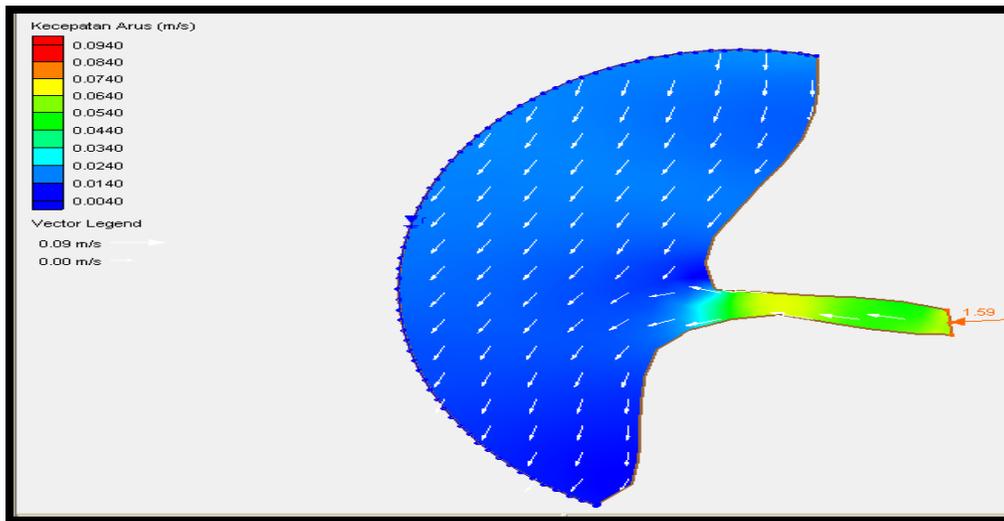
arah barat. Kecepatan arus pada kondisi menuju surut purnama sebesar 0.0014 m/s.



Gambar 5. Kondisi arus menuju surut purnama

Pola arus yang terlihat pada Gambar 6 menunjukkan arah bergerak menuju kearah barat daya dengan nilai kecepatan arus 0.012

m/s. Kecepatan arus pada kondisi arus menuju pasang lebih besar dibandingkan kondisi arus menuju surut

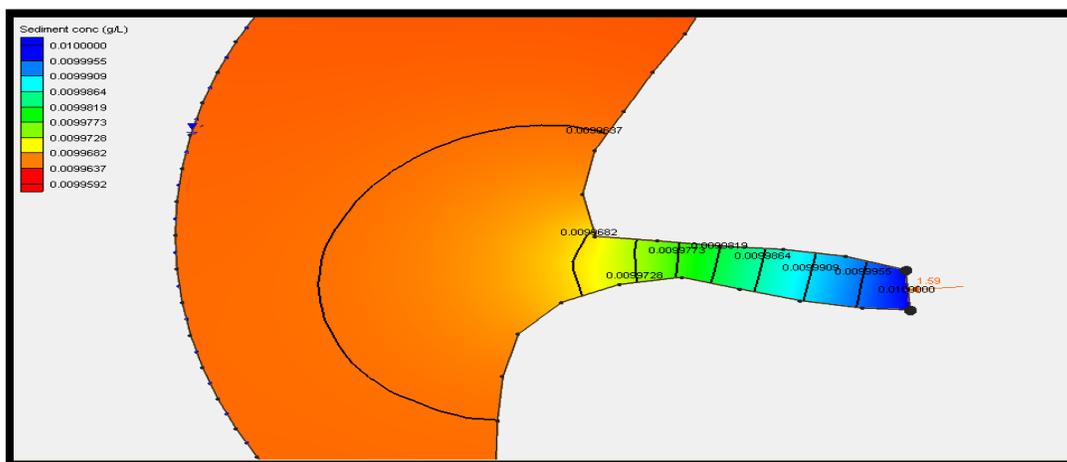


Gambar 6. Kondisi arus menuju pasang purnama

Sebaran Konsentrasi Sedimen Dasar

Hasil simulasi model numerik transport sedimen dasar pada muara Sungai Batusuya dapat dilihat pada Gambar 7 sebaran konsentrasi sedimen dasar, terlihat pada bagian mulut sungai yang tersebar sebesar 0.0099682 g/L. Kemudian pada bagian

perairan yang menjauhi mulut sungai sebesar 0.0099637 g/L dapat dilihat bahwa ketika perairan menjauhi mulut sungai mengalami penurunan konsentrasi sedimen yang disebabkan oleh sedimen dominan berasal dari sungai.



Gambar 7 Sebaran konsentrasi sedimen dasar

Hasil Pengukuran Prisma Pasang Surut

Pengolahan data prisma pasang surut menggunakan persamaan (3) sehingga diperoleh nilai prisma pasang surut, dapat dilihat pada Tabel 1.

Penentuan prisma pasang surut dilakukan dengan pengukuran pasang surut terlebih dahulu, sehingga diperoleh nilai periode pasang (T_p) dan periode surut (T_s). Nilai perhitungan prisma pasang surut berdasarkan persamaan (3) adalah sebesar 492944.61 m³.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Prisma Pasang Surut

| Q_{\max} (m ³ /s) | T_p (s) | T_s (s) | Prisma Pasang Surut (m ³) |
|--------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|
| 86.57 | 21600 | 21600 | 492944.61 |

Hasil Pengukuran Sedimen

Hasil perhitungan transport sedimen menggunakan hubungan antara tranpor

sedimen dan komponen fluks energy gelombang sepanjang pantai, hasil sedimen yang diperoleh dalam perhitungan harian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Transpor Sedimen Dalam Harian

| α_b (°) | p (kg/m ³) | g (m/s ²) | H_b (m) | C_b (m) | P_1 (m ³ /hari) | K | Q_s (m ³ /hari) |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------------|-------|------------------------------|
| 8 | 1.03 | 9.8 | 6.37 | 8.6 | 454210.65 | 0.401 | 182138.47 |
| 19 | 1.03 | 9.8 | 2.9 | 6.7 | 18643865 | 0.401 | 74761.89 |
| 12 | 1.03 | 9.8 | 2.73 | 5.5 | 88426.34 | 0.401 | 35458.96 |
| Total | | | | | | | 97453.11 |

Hasil Perhitungan Nilai Stabilitas Mulut Sungai

Penentuan nilai stabilitas mulut sungai menggunakan persamaan (4). Adapun hasil

perhitungan nilai stabilitas mulut sungai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Stabilitas Mulut Sungai

| Prisma Pasang Surut (m ³) | Transport Sedimen (m ³ /Hari) | Stabilitas |
|---------------------------------------|--|------------|
| 492944.61 | 97453.11 | 4.33 |

Hasil Transport sedimen yang diperoleh sebesar 97453.11 m³/hari. Dari hasil tersebut dapat menentukan stabilitas mulut sungai. Stabilitas mulut sungai dipengaruhi oleh prisma pasang surut dan transport sedimen. Hasil perhitungan prisma pasang surut diperoleh nilainya sebesar 492944.61 m³. Berdasarkan ketetapan nilai stabilitas mulut sungai bahwa nilai yang didapatkan memiliki nilai stabilitas kurang dari 20 ($S < 20$) yaitu sebesar 4.33. Besarnya nilai tersebut termasuk dalam kriteria yang menunjukkan bahwa mulut sungai tidak stabil dan sangat sering tertutup. Ketidakstabilan mulut sungai ini terlihat pada saat air surut dimana dapat dilihat dengan jelas disekitar mulut sungai terjadi penumpukan sedimen atau disekitar mulut sungai terjadi proses sedimentasi disebabkan besarnya debit sedimen yang dialirkan oleh arus sungai. kondisi ini menyebabkan banyaknya tumpukan sedimen yang ada dimulut sungai.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan transport sedimen menggunakan rumus empiris diperoleh sebesar 97453.11 m³/hari dengan nilai transport sedimen yang diperoleh dapat diketahui nilai stabilitas berdasarkan perbandingan prisma pasang surut dan transport sedimen total, Nilai stabilitas yang didapatkan kurang dari 20 ($S < 20$) yaitu sebesar 4.33. Besarnya nilai tersebut termaksud dalam kriteria yang menunjukkan muara sungai Batusuya memiliki mulut

sungai yang tidak stabil dan sangat sering tertutup.

Saran

1. Peneliti selanjutnya dalam penentuan stabilitas mulut sungai sebaiknya menggunakan data pertahun agar dapat memprediksi kondisi stabilitas mulut sungai pada tahun sebelumnya atau tahun berikutnya.
2. Dalam penelitian selanjutnya perlu melakukan simulasi model pada kondisi stabilitas mulut sungai dari data yang diperoleh sehingga dapat dilihat terjadinya proses pendangkalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S.(1989).Konservasi Tanah dan Air.Bogor: Institut pertanian Bogor Press.
- CERC (1984). *Shore Protection Manual*, US Army Coastal Engineering Research Center. Washington (SPM, 1984).
- Duxbury, A. B., A. C., dan Sverdrup, K. A. (2002). *Fundamentals of Oceanography*.
- Douglas, R. M. (2001). *Physical Oceanography. Department of Geophysical Science*.Univercity Of Chicago, Illinois
- Fairbridge, R. (1980). *The Estuary: Its definition and Geodinamic cycle*.

- dalam: *Chemistry and Biochemistry of estuaries* Olausson, E. dan Cato, I. (eds)., Wiley, New York,
- Hutabarat, S., S, M, Evans. (1985). Pengantar Oseanografi, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Per Bruun. (1978). *Stability of Tidal Inlets – Theory and Engineering*. Elsevier Scientific publ. Co. Amsterdam.
- Profil Donggala. (2015). Luas Wilayah Kecamatan Sindue. Diperoleh dari website resmi Kabupaten Donggala: <http://www.donggala.go.id/sindue/>. Diakses tahun 2015.
- Sarimai, Andi. (2017). Analisis Karakteristik Sedimen Sungai Bialo dengan Aplikasi *Surface Water Modeling System*. Makassar: Universitas Hasanudin
- Stewart, R.H. (2006). *Introduction to physical Oceanography*, Department of Oceanography, Texas A & M University
- Soewarno. (1991). Hidrologi Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran. Bandung: Nova
- Triatmodjo, Bambang. (1999). Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Tarigan, M. S. (1986). Studi Pendahuluan Energi Gelombang di Teluk Ambon Bagian Luar. Ambon: Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Yuwono N., 1982, Teknik Pantai Volume I, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil FT UGM