

ANALISIS DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN SUNGAI MUSI (RUAS SUNGAI : PULAU KEMARO SAMPAI DENGAN MUARA SUNGAI KOMERING)

Ady Syaf Putra

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Korespondensi Penulis : adysyafputra92@gmail.com

Abstrak

Sungai termasuk aliran terbuka dengan ukuran geometrik yaitu penampang melintang, profil memanjang dan kemiringan saluran yang berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar. Sungai Musi berfungsi sebagai media transportasi sungai, pusat perdagangan, industri, sumber air bersih, drainase dan pengendalian banjir Kota Palembang. Dengan adanya aktifitas tersebut, terdapat beberapa masalah bagaimana distribusi kecepatan aliran sungai pada masing-masing potongan melintang yang terjadi pada Sungai Musi. Dalam studi ini akan dilakukan analisis distribusi kecepatan aliran agar mengetahui debit yang diperoleh, bagaimana menentukan jenis aliran yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran sungai ini, selanjutnya mengaplikasikan pola kecepatannya dengan menggunakan program Surfer 11. Data dari lapangan diolah dan dianalisis sehingga didapatkan hasil perhitungan debit dengan menggunakan Velocity Area Method. Menentukan jenis aliran pada Sungai menggunakan metode Bilangan Froude dan Bilangan Reynolds dengan hasil yang didapat aliran turbulen dan subkritis.

Kata kunci : Aliran terbuka, distribusi kecepatan aliran, debit, jenis aliran, surfer 11.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai adalah aliran terbuka dengan ukuran geometrik yaitu penampang melintang, profil memanjang dan kemiringan lembah yang berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing. Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini disebabkan oleh banyak faktor diantaranya topografi, iklim, maupun segala gejala alam dalam proses pembentukannya. Sungai yang menjadi salah satu sumber air, tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkannya dari bagian hulu ke bagian hilir.

Sungai Musi membelah Kota Palembang menjadi dua bagian yaitu Seberang Ilir di bagian utara dan Seberang Ulu di bagian selatan. Terdapat 4 sungai besar yang melintasi Kota Palembang yaitu Sungai Musi, Sungai Komering, Sungai Ogan, dan Sungai Keramasan. Dari 4 sungai besar di atas Sungai Musi adalah sungai terbesar dengan lebar rata-rata 504 meter dan lebar maksimum 1.350 meter yang berada di sekitar Pulau Kemaro. Sungai Musi berfungsi sebagai alat transportasi sungai, pusat perdagangan, industri, dan sumber air bersih. Selain itu Sungai Musi juga berfungsi sebagai drainase dan pengendalian banjir Kota Palembang. Ruas sungai yang sering kali menimbulkan permasalahan sehingga diperlukan suatu kajian yang lebih spesifik untuk memperoleh data yang diperlukan dalam merencanakan suatu bangunan air. Salah satu data yang diperlukan dalam perencanaan tersebut adalah debit, dimana debit

tersebut akan diperoleh dari pengolahan data lapangan berupa kedalaman dan distribusi kecepatan. Sehubungan dengan masalah tersebut diadakan suatu penelitian terhadap distribusi kecepatan aliran sungai pada Sungai Musi (ruas sungai : Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komering) yang dipengaruhi keadaan fisik aliran sungai berupa lebar, kedalaman dan variasi kecepatan aliran. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu masukan yang dapat digunakan untuk mengetahui situasi aliran Sungai Musi pada ruas-ruas yang ditinjau.

1.2. Perumusan Masalah

Pada ruas aliran Sungai Musi dari Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komering ini terdapat beberapa masalah antara lain bagaimana distribusi kecepatan aliran sungai pada masing-masing *cross section* atau potongan melintang agar mengetahui debit yang diperoleh, selain itu bagaimana menentukan jenis aliran yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran sungai ini. Penulis akan mengkaji permasalahan berikut melalui penelitian ini. Oleh karena itu dilaksanakan peninjauan kelapangan untuk mendapatkan sejumlah data primer.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui distribusi kecepatan aliran dari setiap *cross section*/potongan melintang di

lapangan, lalu membuat pemodelan dengan aplikasi *Surfer*.

2. Mengetahui jenis aliran yang terjadi pada aliran lurus maupun tikungan dari pengaruh kecepatan aliran sungai.
3. Hasil dari analisis distribusi kecepatan aliran pada potongan melintang dapat dibuat pemodelan dengan aplikasi *Surfer* agar mengetahui pola kecepatan aliran tersebut.

1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Berdasarkan permasalahan di atas penelitian difokuskan untuk menghitung distribusi kecepatan aliran yang terjadi pada permukaan Sungai Musi (Ruas sungai : Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komerling), dan cara yang digunakan untuk menganalisis Distribusi Kecepatan Aliran yaitu dengan menggunakan metode pendistribusian kecepatan pada permukaan aliran sungai dan program *Surfer*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Arfan, Malamassam, dan Nurwahyuni (2013), telah melakukan studi eksperimen distribusi kecepatan aliran sungai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui distribusi kecepatan menggunakan metode Point Integrated Sampling (PIS) yaitu pengukuran pada titik-titik yang telah ditentukan pada arah vertikal maupun transversal.

Penelitian ini menggunakan model saluran terbuka (*open channel*). dan menggunakan alat ukur tabung pitot untuk pengambilan data kecepatan. Kecepatan diukur pada titik tertentu yaitu 6 titik arah transversal dan tiap titik pengukuran arah transversal diukur 6 titik ke dalam vertikal, sehingga total pengukuran tiap tampang 36 titik yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan maksimum berada pada 0,86d dan pada saat mendekati dasar saluran kecepatan aliran mendekati nol. Hubungan antara, volume, tinggi muka air dan kecepatan terhadap debit masing-masing menunjukkan hubungan linear.

Hubungan antara volume pengaliran, tinggi muka air dari dasar saluran, dan kecepatan aliran terhadap debit adalah berbanding lurus. Nilai kecepatan aliran semakin ke atas diperoleh kondisi maksimal pada 0.86d. Sebaliknya, semakin mendekati dasar saluran nilai kecepatan aliran semakin kecil bahkan mendekati nol. Kurva Distribusi kecepatan pada penampang melintang berbentuk parabolik. Ini berarti, semakin mendekati tengah saluran maka semakin besar nilai kecepatan yang diperoleh. Sebaliknya, semakin mendekati tepi saluran maka semakin kecil nilai kecepatan yang diperoleh karena dipengaruhi oleh gaya gesek pada dinding saluran.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Sungai

Sungai didefinisikan sebagai aliran terbuka dengan ukuran geometrik (tampak lintang, profil memanjang dan kemiringan lembah) berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing, serta jumlah dan jenis sedimen yang terangkut oleh air. Sungai akan selalu menyesuaikan dirinya dengan perubahan yang terjadi. Adapun proses yang dilakukan oleh sungai dalam upaya menyesuaikan diri adalah pengikisan (*erotion*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan. pada suatu kondisi tertentu sungai akan berada pada suatu keadaan dimana sungai tidak melakukan proses erosi ataupun deposisi. Sungai pada kondisi demikian disebut pada kondisi keseimbangan (*graded stream*).

Mulai dari mata airnya dibagian yang paling hulu di daerah pegunungan dalam perjalanannya ke hilir di daerah daratan, Aliran sungai secara berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya, sehingga lambat laun tubuh sungai tumbuh menjadi semakin besar. Apabila sungai semacam ini mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai yang paling penting adalah sungai yang daerah pengalirannya panjang dan volume airnya paling besar, sungai ini disebut sungai utama (*main river*), sedangkan cabang-cabang lainnya disebut anak sungai (*tributary*). Biasanya alirannya berakhir di sebuah danau atau laut. Sungai membentuk beberapa buah cabang sungai (*effluent*).

2.2.2. Sungai Sebagai Saluran Terbuka

Aliran air sungai merupakan suatu proses yang cukup kompleks. Air bergerak turun melalui kanal sungai karena pengaruh gaya gravitasi. Kecepatan aliran meningkat sesuai dengan kelerengan atau kemiringan sungai. Aliran air tidak saja lurus tetapi dapat pula acak (*turbulent*). Energi sungai

meningkat sejalan dengan peningkatan kemiringan dan volume air karenanya mampu membawa muatan sedimen. Aliran sungai sangat fluktuatif dari waktu ke waktu dan dari tempat ke tempat. Beberapa variabel penting dalam dinamika sungai adalah: (1) debit air (*discharge*), (2) kecepatan (*velocity*), (3) *gradient*, (4) Muatan sedimen (*sediment load*), dan (5) *base level* (level terendah sungai). Kecepatan air mengalir secara proporsional terhadap kemiringan kanal sungai. Tingkat kelerengan yang besar menghasilkan aliran yang lebih cepat dimana biasa terjadi pada sungai di daerah pegunungan. Lereng yang sangat curam mendorong berkembangnya air terjun dimana air bergerak jatuh bebas. Pada kelerengan landai, menghasilkan kecepatan lambat bahkan mendekati

nol. Aliran juga tergantung dari volume air. Volume semakin besar, maka aliran menjadi lebih cepat.

2.3. Perhitungan Debit atas Dasar Pengukuran

Mengingat bentuk palung dan alur sungai yang berubah-ubah, maka dalam pemilihan lokasi pengukuran debit harus dipertimbangkan pengaruh pola aliran dalam palung sungai. Besarnya debit dihitung menurut rumus *Velocity Area Method* :

$$Q = A \times V \quad (1)$$

Dimana :

Q : Debit (m^3/s)

A : Luas Penampang Basah (m^2)

V : Kecepatan Rata-rata (m/s)

2.3.1. Persamaan Bilangan Reynolds

Osborne Reynolds (1884) melakukan percobaan untuk menunjukkan sifat-sifat aliran laminar dan turbulen. Berdasarkan pada percobaan aliran di dalam pipa, Reynolds menetapkan bahwa untuk bilangan Reynolds dibawah 500, aliran pada kondisi tersebut adalah laminar. Aliran akan turbulen apabila bilangan Reynolds lebih besar 1000. Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. (Bambang,2003). Bilangan Reynolds mempunyai bentuk berikut ini :

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (2)$$

Dimana :

Re : Bilangan Reynolds

V : Kecepatan Aliran (m/s)

D : Panjang Karakteristik (m)

ν : Viskositas (m^2/s)

2.3.2. Persamaan Bilangan Froude

Menurut Chow (1959) dalam buku *Open Channel Hydraulics* dijelaskan bahwa akibat gaya tarik bumi terhadap aliran dinyatakan dengan rasio gaya inersia dengan gaya tarik bumi (g). Rasio ini diterapkan sebagai bilangan *Froude* (Fr) yang didefinisikan dengan rumus Bilangan Froude :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} \quad (3)$$

Dimana :

Fr : Bilangan Froude

V : Kecepatan Aliran (m/s)

g : Percepatan Gravitasi (m/s^2)

y : Panjang Karakteristik (m)

3. METODOLOGI

Metodologi penelitian dipakai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis distribusi kecepatan aliran pada sungai Musi (ruas sungai : Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komering).

3.1. Studi Pustaka

Tahap studi pustaka atau literatur yaitu mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Bahan-bahan tersebut berupa bahan yang didapat dari jurnal-jurnal yang telah diseminarkan, tulisan-tulisan ilmiah, diktat, buku maupun internet yang berkaitan dengan masalah yang diteliti dan informasi yang menunjang.

3.2. Studi Lapangan

Teknik pengamatan ini didasarkan atas pengalaman secara langsung. Dalam studi lapangan ini terdiri dari dua langkah atau metode yang dilakukan yaitu :

a. Pra Survey

Pra survey merupakan metode yang dilakukan dengan cara melakukan persiapan-persiapan untuk mencari tempat atau lokasi yang akan dijadikan objek penelitian dan pengambilan sampel dengan meninjau langsung ke lapangan. Kalibrasi alat juga diperlukan saat pra survey agar mengecek keakuratan alat.

b. Survey

Metode ini merupakan peninjauan langsung ke lokasi penelitian yang berguna untuk mendapatkan informasi dan data tentang objek yang akan diteliti. Informasi dan data tersebut meliputi lokasi penelitian, kedalaman, lebar sungai dan lain-lain.

3.3. Pengumpulan Data Secara Primer dan Sekunder

Metode pengumpulan data primer adalah metode data yang didapat langsung dari lapangan dengan cara peninjauan langsung ke lokasi penelitian. Data – data primer diperoleh berupa kecepatan aliran, kedalaman sungai, penampang melintang sungai, suhu, sampel sedimen, dan foto-foto dokumentasi.

Metode pengumpulan data secara sekunder ialah metode yang digunakan untuk mendapatkan data-data dari sumber-sumber lain. Data – data sekunder berupa peta topografi sungai dari google earth dan lebar Sungai.

Setelah dilakukan pengumpulan data, dilakukan pengolahan data berikut :

1. Kedalaman sungai

Kedalaman sungai diperlukan untuk melakukan perhitungan. Data kedalaman sungai diperoleh dengan melakukan pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat *echo sounder*. Pengambilan data kedalaman dasar Sungai dilakukan pada titik yang ditentukan.

2. Penampang Melintang sungai

Penampang melintang sungai diperlukan untuk melakukan perhitungan. Data penampang melintang diperoleh setelah melakukan pengukuran

lebar sungai dan kedalaman sungai, dengan cara memplot hasil pengukurannya.

3. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran diperlukan untuk melakukan perhitungan. Data Kecepatan aliran diperoleh dengan menggunakan alat *current meter* yang digunakan pada setiap bagian penampang melintang sungai.

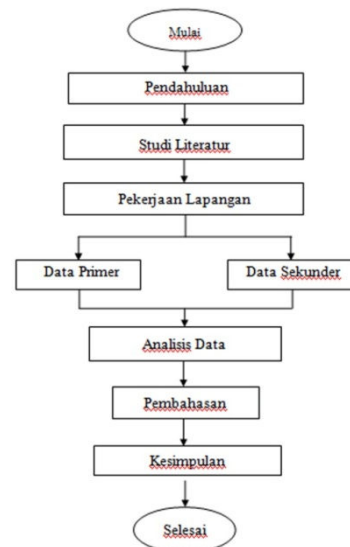
3.4. Analisis Data

Data-data yang didapat dari pekerjaan lapangan yaitu berupa data primer dan data sekunder dianalisis dengan melakukan metode perhitungan yang dimulai dari luasan pada potongan. Setelah perhitungan tersebut, maka didapat data kecepatan dilapangan akan didapatkan nilai debit aliran sungai pada waktu tertentu.

Setelah semua data-data yang diperlukan sudah didapatkan, kemudian akan dilakukan pengolahan data sebelum melakukan perhitungan atau pembahasan lebih lanjut. Lalu memplot hasil dari pengukuran lebar sungai dan kedalaman sungai sehingga gambaran dari bentuk dasar sungai di setiap penampang melintang dapat diketahui. Untuk mempermudah proses pengolahan data, maka dilakukan pengolahan data dengan bantuan *Microsoft Excel* dibutuhkan dalam pembuatan model saluran dengan menggunakan program *Surfer*.

3.3.6. Pembahasan

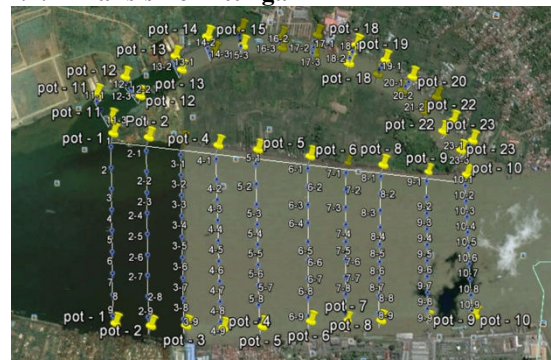
Hasil dari analisa data tersebut didapatkan keadaan distribusi kecepatan serta jenis aliran pada permukaan sungai di setiap potongan yang telah ditentukan saat penyusunan hasil perhitungan. Lalu bersama data kecepatan yang didapat dilapangan akan didapatkan nilai debit aliran sungai pada waktu tertentu. Pada akhirnya mendapatkan keadaan distribusi kecepatan serta jenis aliran pada permukaan sungai di setiap potongan yang telah ditentukan saat penyusunan hasil perhitungan.



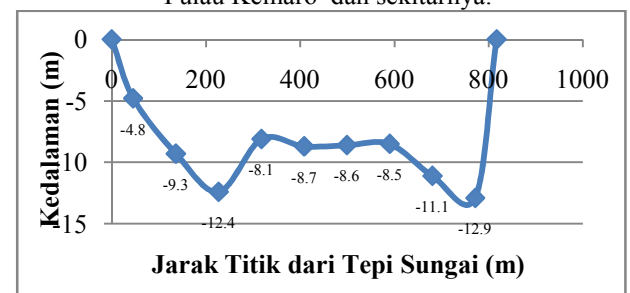
Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

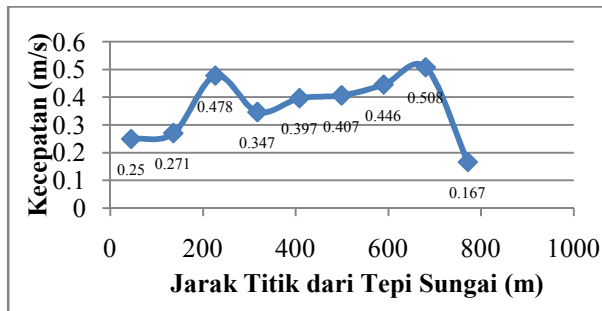
4.1. Analisis Perhitungan



Gambar IV.1. Potongan Melintang pada daerah Pulau Kemaro dan sekitarnya.



Gambar IV.2. Grafik kedalaman terhadap jarak pada potongan melintang 10.



Gambar IV.3. Grafik kecepatan terhadap jarak pada potongan melintang 10.

Data yang didapatkan dari, lapangan. Diketahui pada titik tinjau 1:

$$\text{Luas daerah (A)} = (136,16667 - 45,38889) \times 4,8 \\ = 435,73333 \text{ m}^2$$

$$\text{Debit aliran (Q)} = V \times A \\ = 0,25 \times 435,73333 \\ = 108,93333 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Bilangan Froude (Fr)} = \frac{v}{\sqrt{gy}} \\ = \frac{0,25 \text{ m/s}}{\sqrt{9,8 \text{ m/s}^2 \times 4,8 \text{ m}}} \\ = 0,0364507$$

$$\text{Suhu (T)} = 28,7^\circ \text{C}$$

$$\text{Kecepatan (V)} = 0,25 \text{ m/s}$$

$$\text{Panjang Karakteristik (L)} = 4,8 \text{ m}$$

Kekentalan kinematis tergantung pada suhu suatu fluida. Kekentalan kinematis dapat dihitung dengan rumus

$$\nu = (1,14 - 0,031(T^\circ - 15) + 0,00068(T^\circ - 15)^2) \cdot 10^{-6}$$

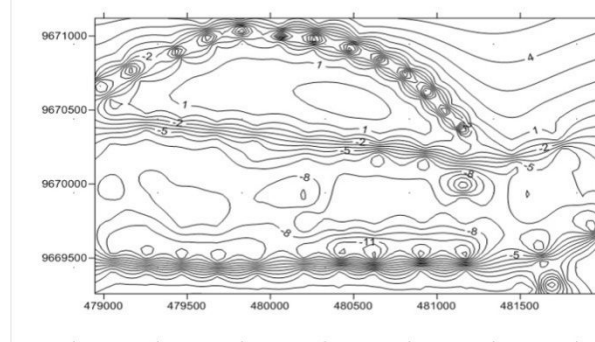
$$\nu = (1,14 - 0,031(T^\circ - 15) + 0,00068(T^\circ - 15)^2) \cdot 10^{-6}$$

$$= (1,14 - 0,031(28,7^\circ - 15) + 0,00068(28,7^\circ - 15)^2) \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,8429 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Bilangan Reynolds (Re)} = \frac{VL}{\nu} \\ = \frac{0,25 \text{ m/s} \times 4,8 \text{ m}}{0,8429 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\ = 14236$$

Program Surfer



Gambar IV.4. Kontur kedalaman dasar aluran dalam 2 Dimensi

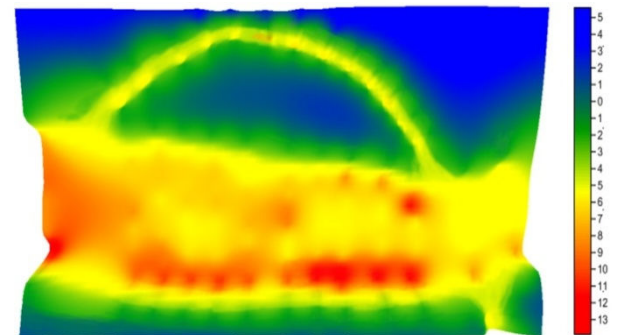
Potongan melintang 10 penulis jadikan acuan sebagai data perhitungan karena terdapat kedalaman dan kecepatan paling tinggi dibandingkan dengan potongan melintang yang lain.

Untuk mengetahui distribusi kecepatan aliran Sungai Musi pada ruas sungai Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komering di potongan melintang 10, maka didapat data :

$$\text{Debit (Q)} = 2394,46814 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$\text{Bilangan Froude } Fr < 1 \text{ (Subkritis)}$$

$$\text{Bilangan Reynolds } Re > 1000 \text{ (Turbulen)}$$



Gambar 4. Kontur kedalaman dasar aluran dalam 2 Dimensi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan penelitian data yang didapat pada Sungai Musi (Ruas Sungai : Pulau Kemaro Sampai Dengan Muara Sungai Komering) maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Distribusi kecepatan aliran maksimum pada aliran sungai bagian (1) rata-rata terdapat pada bagian kanan sungai. Hal ini diakibatkan kedalaman pada titik tinjau ke-8 lebih dalam dibandingkan dengan titik tinjau pada bagian kiri sungai. Disamping itu pada potongan melintang 4 terdapat kapal-kapal besar yang menghalangi arus aliran sungai sehingga terganggunya kecepatan aliran pada daerah tersebut. Distribusi kecepatan maksimum pada aliran sungai bagian (2) terdapat pada potongan melintang 15. Pada potongan melintang tersebut terjadi tikungan aliran sungai ke arah kanan yang menyebabkan kecepatan tertinggi terdapat pada titik tinjau ke-1 yaitu pada tikungan terluar aliran sungai.
2. Setelah didapat data-data kecepatan dan kedalaman saluran, maka dilakukan pemodelan sungai dengan menggunakan program *Surfer*. Pada potongan melintang 10 terjadi 2 kecepatan tertinggi yaitu pada titik tinjau ke 3 dan titik tinjau ke 8, hal ini diindikasikan terjadi suatu pusaran yang

disebut *Fenomena Eddy*. *Eddy* terjadi jika aliran terhalang oleh sesuatu, menghasilkan aliran dengan arah berbalik yang nantinya akan menghasilkan pusaran. Keberadaan *Eddy* dicirikan dengan tingginya koefisien gesek pada aliran turbulen.

3. Pada perhitungan debit terjadi perbedaan baik pada debit yang masuk maupun debit pada potongan melintang terakhir disebabkan karena adanya beberapa anak sungai yang sangat mempengaruhi baik dari kecepatan aliran pada pinggiran sungai maupun debit aliran. Dapat disimpulkan jika semakin tinggi kecepatan aliran dan luas area penampang saluran, maka semakin besar pula debit yang dihasilkan.
4. Dari angka Reynolds dan angka Froude yang didapat. Jenis aliran pada kedua bagian saluran ini adalah turbulen karena angka $Re > 1000$, dan merupakan jenis aliran subkritis karena angka $Fr < 1$. Pada umumnya saluran terbuka adalah aliran turbulen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. H. Sarino MSCE. dan Ir. Helmi Haki M.T. atas bantuan dan masukannya untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anasiru, Triyanti. 2005. *Analisa Perubahan Kecepatan Aliran pada Muara Sungai Palu*, Jurnal SMARTek. Vol. 3 No. 2, Palu.
- Arfian, Malamassam, dan S.Nurwahyuni. 2013. *Studi Experimen Distribusi Kecepatan Aliran Sungai*, Jurnal Bhs. Indonesia (D11108882), Makasar.
- Chow, V.T. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Terjemah. Erlangga : Jakarta.
- Triatmojo, Bambang. 2003. *Hidraulika II*, Beta Offset : Yogyakarta.
- Lilian, Anna. 2011. Pengertian Kecepatan Arus, <http://saiiaannalilian.blogspot.com>, diakses pada 12 Mei 2014.
- Munawaroh, Moony. 2012. *Apa itu Meander Sungai?*, <http://earthymoony.blogspot.com>, diakses pada tanggal 10 Mei 2014.
- Karnisah, Iin. 2010. *Hidrolika Terapan Saluran Terbuka*. Politeknik Negeri Bandung.
- Sari, Marmah Permata. *Distribusi Kecepatan Aliran pada Tikungan Sungai Akibat Variasi Debit dan Waktu (Kajian Laboratorium)*. Arsip Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. 2013.