

## **ANALISIS PERUBAHAN KECEPATAN ALIRAN PADA MUARA SUNGAI PALU**

Triyanti Anasiru \*

### **Abstract**

The aim of this research is to analysis the changing of current speed on river estuary which is influenced by the rise and fall the tides, research is carried out on Palu river estuary that located in Central Sulawesi Province. Data were achieved by surveying along of 500 m. the surveying method done by two points method is  $0,2$  and  $0,8 \times$  current deep, if current deep  $y_0 \geq 0,76$  meter and point method is  $0,6 \times$  current deep, if current deep is  $y_0 \leq 0,76$  meter. The result of this surveying at 09:00 AM the current speed very slow in fact approaching to zero, because the water river level, the changing a back water. At 12:00 PM (with draw condition). The water flow was gradually increasing and at 15:00 PM (with draw condition) the water was following faster caused by water sea level was lower than the water river level so the back current didn't happened.

**Keywords:** current speed on river estuary, discharge, the rise and fall the tides, the back water

### **Abstrak**

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji perubahan kecepatan aliran di muara sungai yang dipengaruhi gelombang pasang surut. Penelitian ini dilakukan pada muara Sungai Palu yang terletak di wilayah daerah Tingkat I Propinsi Sulawesi Tengah. Data diperoleh dengan cara pengukuran sepanjang 500 meter. Cara pengukuran dilakukan dengan metode dua titik yaitu pada 0,2 dan  $0,8 \times$  kedalaman aliran, jika kedalaman aliran  $y_0 \geq 0,76$  meter dan metode satu titik yaitu  $0,6 \times$  kedalaman aliran, jika kedalaman aliran  $y_0 \leq 0,76$  meter. Adapun hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pada jam 09:00 (kondisi pasang) kecepatan aliran sangat kecil bahkan mendekati nol karena permukaan laut lebih tinggi dari sungai sehingga terjadi aliran balik yaitu aliran yang menuju ke hulu sungai. Pada jam 12:00 (kondisi menuju surut) kecepatan aliran perlahan-lahan meningkat dan pada jam 15:00 (kondisi surut) kecepatan aliran bergerak lebih cepat karena permukaan air laut lebih rendah dari permukaan sungai sehingga terjadi aliran balik.

**Kata kunci:** kecepatan aliran di muara, debit, gelombang pasang surut, aliran balik

### **1. Pendahuluan**

Muara adalah merupakan tempat akhir dari pergerakan arus sungai yang berbatasan langsung dengan laut, dapat pula diartikan sebagai estuari, yaitu bagian sungai yang masih mendapat pengaruh pasang surut. Sirkulasi aliran yang terjadi di estuari sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat morfologi estuari itu sendiri, pasang surut dan debit aliran dari hulu (debit sungai).

Pasang surut merupakan parameter terpenting dalam sirkulasi dan pola aliran yang terjadi di estuari, dimana gelombang pasang surut

dengan tenggang waktu  $\pm 12$  jam sangat berpengaruh terhadap kecepatan aliran di muara sungai. Pada waktu periode pasang kecepatan aliran sangat kecil, karena terjadi efek pembendungan debit aliran sungai di depan muara. Hal ini memungkinkan terjadinya aliran balik (backwater) dimana gelombang pasut akan jauh masuk ke muara yang disertai dengan transpor massa air laut dalam jumlah yang sangat besar, sehingga sungai tidak dapat mengalirkan debitnya ke laut. Selain itu kondisi air mati (slack water) dapat pula terjadi dimana kecepatan aliran sama dengan nol.

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

Sebaliknya pada waktu periode air surut, massa air tersebut akan keluar lagi dari estuary menuju laut. Mengingat volume air yang keluar ke laut adalah besar, maka kecepatan dan kedalaman aliran cukup besar pula. Dengan demikian siklus pasang surut sangat mempengaruhi kecepatan aliran yang terjadi di muara.

## 2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengkaji perubahan kecepatan aliran yang terjadi di muara Sungai Palu, dimana kecepatan aliran merupakan faktor dominan dalam proses sedimentasi.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada yang berkepentingan untuk mengetahui situasi aliran di muara Sungai Palu.

## 3. Tinjauan Pustaka

### 3.1 Morfologi muara sungai

Muara sungai dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya. Ketiga faktor tersebut adalah gelombang, debit sungai, dan pasang surut (Nur Yuwono, 1994).

Pada muara dimana yang mendominasi sirkulasi aliran di muara adalah gelombang laut, dimana gelombang yang besar pada pantai berpasir akan menyebabkan/menimbulkan angkutan (transport) sedimen (pasir), baik dalam arah tegak lurus maupun sejajar/sepanjang pantai. Semakin besar gelombang semakin besar angkutan sedimen dan semakin banyak sedimen yang mengendap di muara

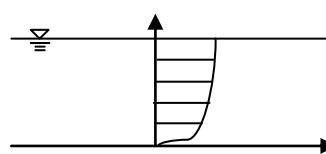
Muara dimana debit sepanjang tahun cukup besar yang bermuara di laut dengan gelombang relative kecil, sungai tersebut membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Pada waktu air surut sedimen tersebut akan ter dorong ke muara dan menyebar di laut. Pada saat dimana air mulai pasang, kecepatan aliran bertambah besar dan sebagian suspensi dari laut masuk kembali ke sungai bertemu dengan sedimen yang berasal dari hulu.

Selama periode dari titik balik ke air pasang maupun air surut kecepatan aliran bertambah sampai mencapai maksimum dan kemudian berkurang lagi. Dengan demikian dalam satu siklus pasang surut jumlah sedimen yang mengendap lebih banyak daripada yang tererosi, sehingga terjadi pengendapan di depan mulut sungai.

Muara dimana pasang surut merupakan faktor dominan dalam sirkulasi aliran di muara, yakni apabila tinggi pasang surut cukup besar, maka volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Pada waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. Dengan demikian kecepatan arus selama air surut tersebut besar, yang cukup potensial untuk membentuk muara sungai. Muara sungai tipe ini berbentuk corong atau lonceng.

### 3.2 Distribusi kecepatan

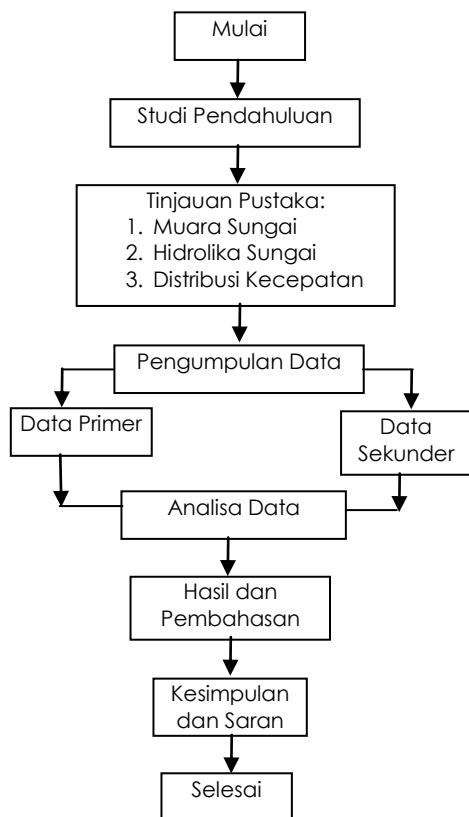
Hasil pengamatan terhadap saluran yang lebar menunjukkan bahwa distribusi kecepatan pada daerah pusat dari penampang adalah persis sama dengan pada saluran persegi panjang yang lebarnya tak terhingga. Dengan kata lain, berdasarkan keadaan tersebut, tepi saluran praktis tidak mempengaruhi distribusi kecepatan di daerah pusat, dan aliran di daerah pusat penampang dapat dianggap bersifat dua dimensi dalam analisa hidrolikanya. Dari penyelidikan selanjutnya diketahui bahwa daerah pusat pada saluran persegi panjang ini hanya terjadi bila lebarnya lebih dari 5 sampai 10 kali kedalaman aliran, tergantung pada keadaan kekasaran saluran.



Gambar 1. Distribusi kecepatan pada saluran terbuka. (zhou Liu,2001)

Sebab itu, suatu saluran terbuka lebar (wide open channel), dapat dinyatakan sebagai saluran persegi panjang yang lebarnya lebih dari 10 kali kedalaman aliran. Untuk keperluan penelitian maupun analisa, aliran pada daerah pusat dari saluran terbuka yang lebar dapat dianggap sama seperti aliran pada saluran persegi panjang dengan lebar tidak terhingga. Kecepatan maksimum dalam saluran biasanya terjadi dibawah permukaan bebas sedalam 0,05 sampai 0,25 kali kedalamannya, makin dekat ketepi berarti makin dalam dan mencapai maksimum, (Ven te chou, 1989).

#### 4. Metode Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

##### 4.1 Pengumpulan data

###### 4.1.1 Data primer

###### a. Kecepatan aliran

Tata cara pengukuran kecepatan aliran, penampang melintang saluran dibagi menurut beberapa garis vertikal

berurutan, dan kecepatan rata-rata bagian vertikal ditentukan dengan mengukur kecepatan pada  $0,6 \times$  tinggi setiap bagian, atau bila diperlukan hasil yang lebih teliti, dengan mengambil rata-rata kecepatan pada 0,2 dan  $0,8 \times$  tinggi masing-masing. Alat ukur arus tipe baling-baling yang digunakan merk OTT buatan Jerman. Merk OTT banyak digunakan di Indonesia.

Prosedur pengukuran :

- Menentukan lokasi pengukuran pada sungai (penampang A-J), kemudian pemasangan patok kayu pada kedua sisi sungai
- Mengukur lebar penampang sungai dan bentuk penampang sungai
- Selanjutnya lebar penampang aliran dibagi menjadi 6 bagian pengukuran kecepatan aliran air (V) untuk setiap penampang bagian sungai. Pengukuran dilakukan pada jam 09:00.
- Mengamati perubahan tinggi air/kecepatan akibat gelombang pasang surut.

###### b. Profil melintang sungai

Profil melintang muara sungai palu diukur langsung dengan menggunakan tali tambang untuk mendapatkan lebar sungai (L), kedalaman aliran sungai diukur pada setiap jarak 2 m dari lebar sungai yang ada dengan menggunakan mistar ukur. Pada setiap penampang dibagi menjadi 6 vertikal.

###### c. Profil memanjang sungai

Profil memanjang muara sungai palu diperoleh dengan cara pengukuran langsung di lapangan dengan alat ukur rol meter. Jarak antar penampang 50 meter. Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan 10 penampang sepanjang  $\pm 500$  meter.

###### d. Pasang surut

Data pasang surut diperoleh dengan cara pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat ukur yang diempatkan di muara sungai dengan interval waktu pengamatan setiap jam. Pengamatan dilakukan selama 15 hari.

#### 4.1.2 Data sekunder

Data sekunder meliputi peta topografi Muara Sungai Palu.

## 4.2. Pengolahan Data

Kecepatan alirannya dihitung dengan persamaan :

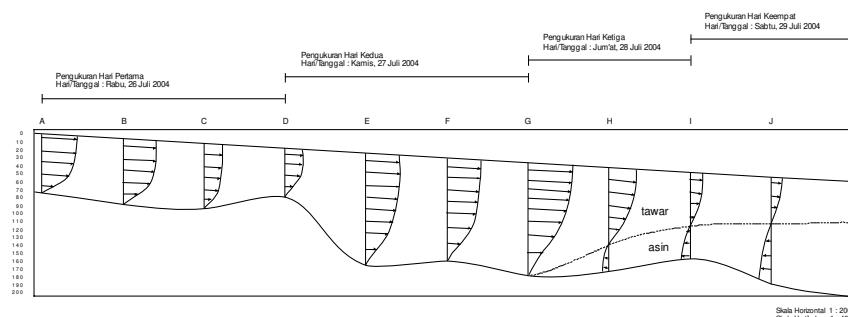
Dimana:

$V = \text{kecepatan aliran (m/det)}$   
 $a, b = \text{konstanta yang biasanya}$   
     telah ditentukan dari  
     pabriknya atau ditentukan  
     dari kalibrasi setelah alat  
     ukur arus digunakan  
     sampai periode waktu  
     tertentu.

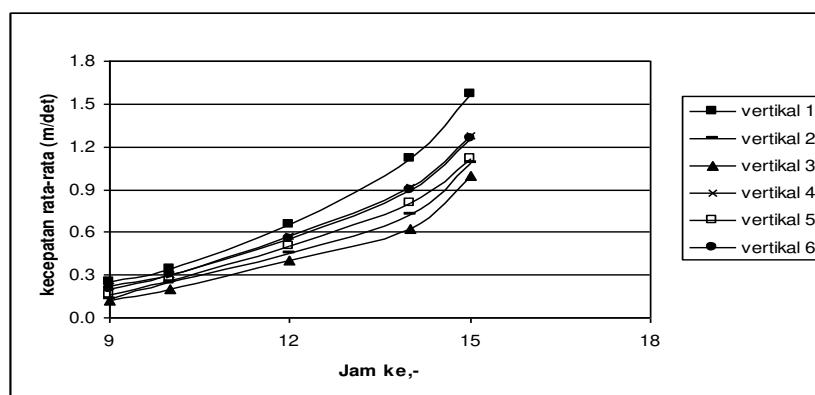
$N$  = jumlah putaran (putaran/detik)

Untuk  $y_0 < 0,76$   $V = 0,2463 N + 0,020$   
 $y_0 \geq 0,76$   $V = 0,2632 N + 0,009$

## 5. Analisis dan Pembahasan



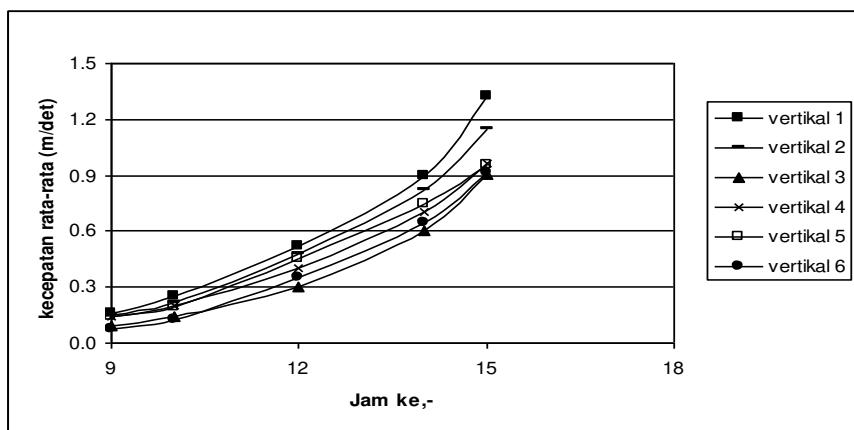
Gambar 3. Potongan Memanjang Kecepatan Aliran Muara Sungai Palu Pada Pukul 12:00



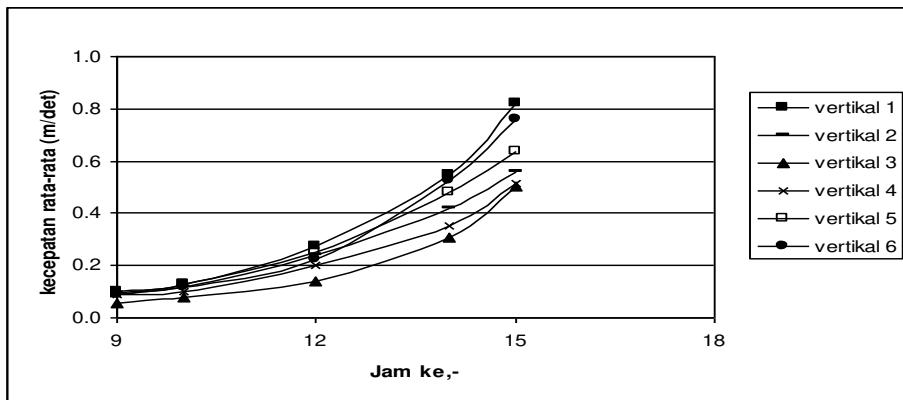
Gambar 4. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang A

Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh kecepatan aliran pada penampang A - J. Dalam penelitian ini pengukuran kecepatan aliran pada muara Sungai Palu dilakukan pada jam 09:00, 12:00 dan 15:00 sebanyak 10 penampang dan tiap penampang dibagi menjadi 6 vertikal (Gambar 3).

Pada Gambar 4 dapat dilihat terjadinya perubahan kecepatan aliran di setiap waktu pengukuran. Pada jam 09:00 kecepatan aliran terbesar yaitu 0,250 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,122 m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran perlahan-lahan membesar, kecepatan aliran terbesar yaitu 0,650 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,400 m/det. Kecepatan aliran terus membesar sampai jam 15:00. Kecepatan aliran terbesar pada jam 15:00 yaitu 1,569 m/det dan kecepatan aliran terkecil 1,083 m/det.



Gambar 5. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang B



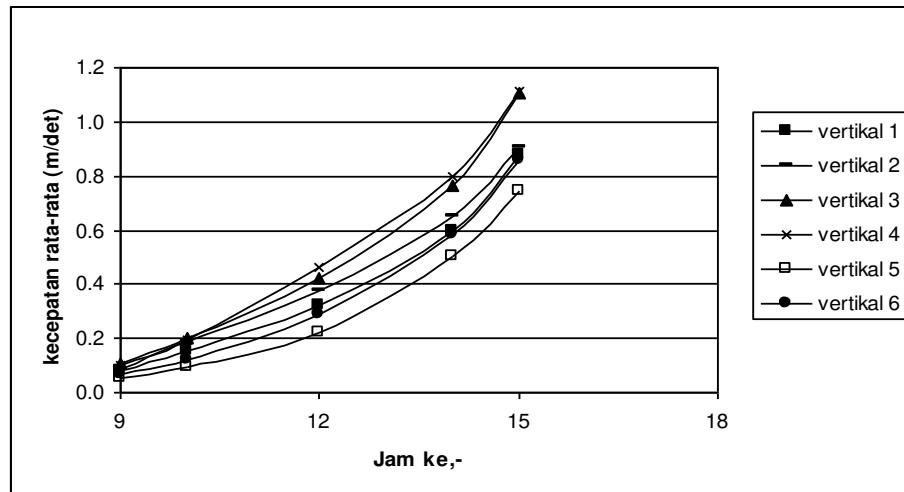
Gambar 6. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang C

Dari Gambar 5. dapat dilihat kecepatan aliran paling kecil pada jam 09:00 dan terus meningkat sampai jam 15:00. Kecepatan aliran terbesar pada jam 09:00 yaitu 0,159 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,075 m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar 0,520 m.det dan terkecil 0,350 m/det. Pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar 1,326 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,916 m/det.

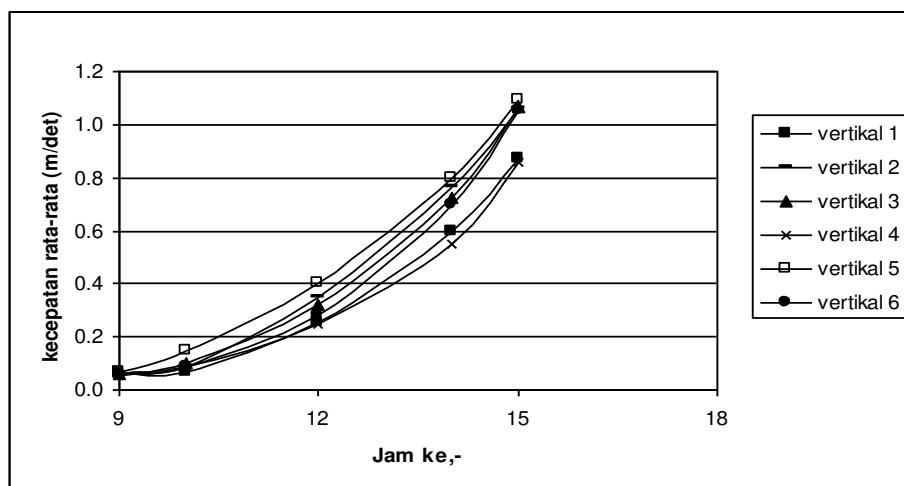
Dari Gambar 6 dapat dilihat perubahan kecepatan aliran di setiap vertikal pada jam 09:00, 12:00 dan jam 15:00. Kecepatan aliran terbesar pada jam 09:00 yaitu 0,098 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,058 m/det.

Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar 0,274 m/det dan terkecil 0,141m/det. Pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar 1,822 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,501 m/det.

Dari Gambar 7 dapat dilihat perubahan kecepatan aliran. Pada jam 09:00 kecepatan aliran terbesar yaitu 0,108 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,078 m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar 0,465 m/det dan terkecil 0,224m/det. Kecepatan aliran terus meningkat sampai jam 15:00. Kecepatan aliran terbesar pada jam 15:00 yaitu 1,112 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,855 m/det.



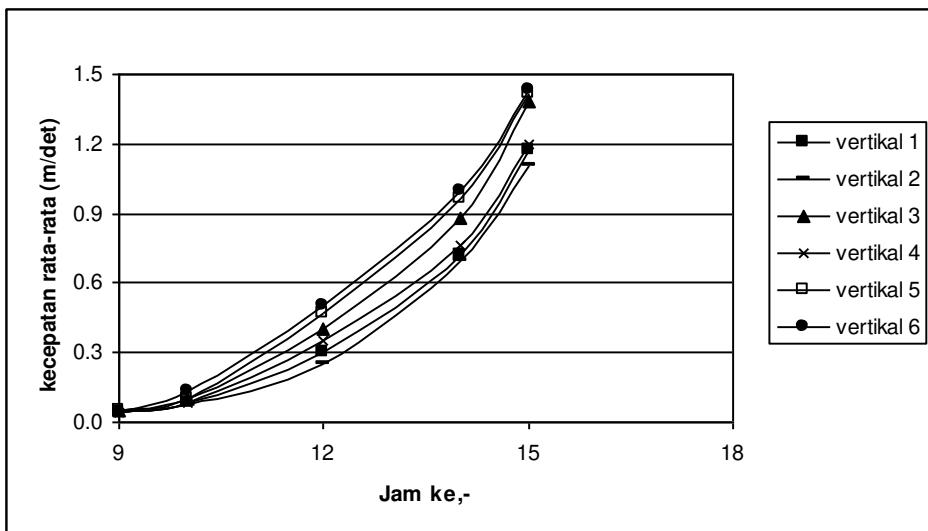
Gambar 7. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang D



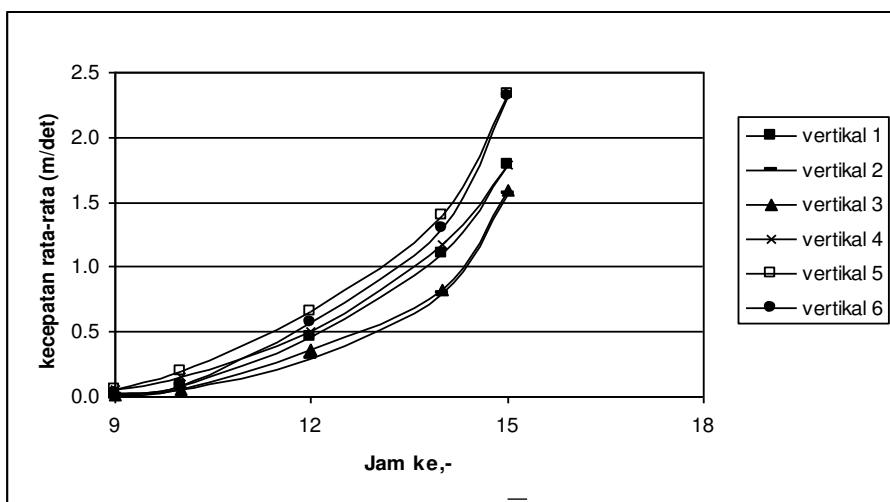
Gambar 8. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang E

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa kecepatan aliran terbesar yaitu pada jam 15:00 dan kecepatan aliran terkecil pada jam 09:00. Kecepatan aliran terbesar pada jam 09:00 yaitu 0,069 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,056 m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar 0,403 m/det dan terkecil 0,245m/det. Pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar 1,095 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,856m/det.

Gambar 9 pada penampang F, kecepatan aliran pada jam 09:00 sangat kecil dibandingkan dengan penampang sebelumnya. Kecepatan aliran terbesar pada jam 09:00 yaitu 0,052 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,042 m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar 0,500 m/det dan terkecil 0,255m/det. Pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar 1,436 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,106 m/det.



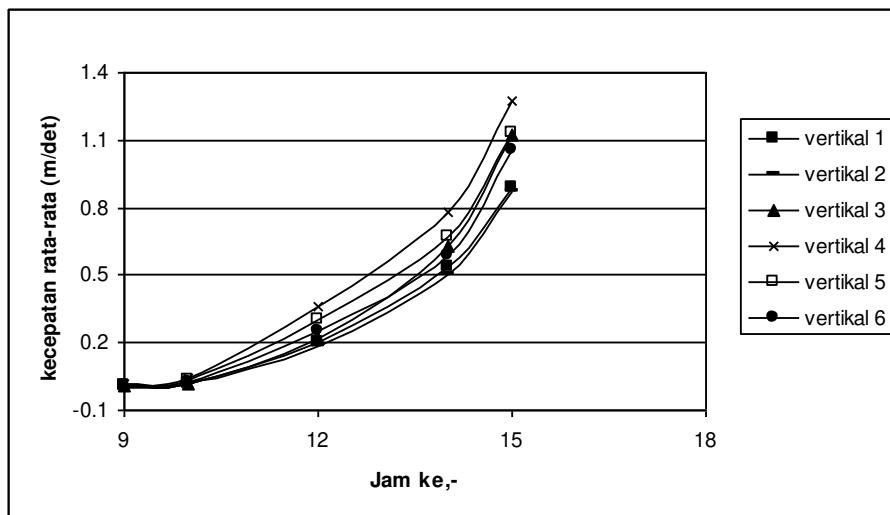
Gambar 9. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang F



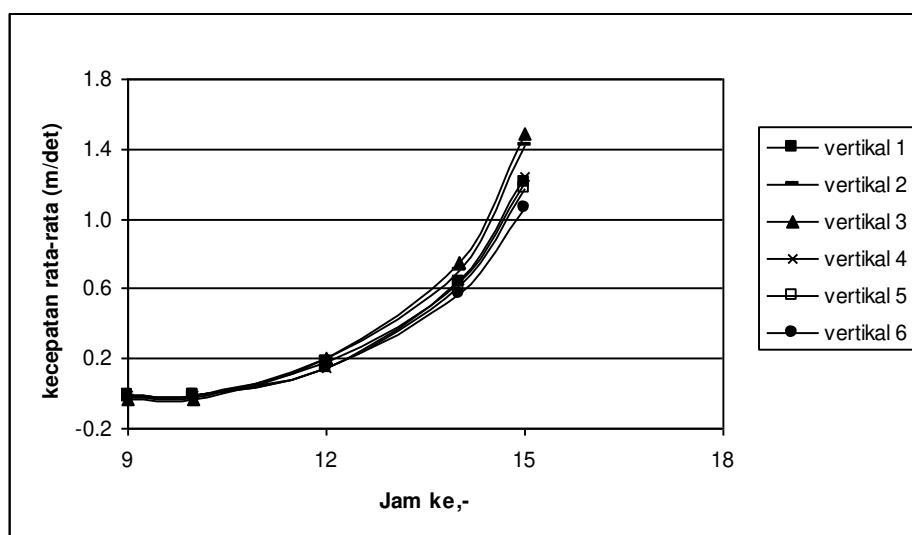
Gambar 10. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang G

Dari Gambar 10 terlihat perubahan kecepatan aliran yang sangat signifikan, kecepatan aliran pada jam 09:00 sangat kecil bahkan mendekati 0 dan pada jam 15:00 kecepatan aliran sangat besar. Kecepatan aliran terbesar pada jam 09:00 yaitu 0,052 m/det, pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar 0,650 m/det dan pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar 2,336 m/det.

Pada Gambar 11, penampang H terjadi aliran balik, oleh karena itu kecepatan aliran rata-rata pada jam 09:00 sangat kecil bahkan mendekati 0. Kecepatan aliran terbesar pada jam 09:00 yaitu 0,014 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,004 m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar 0,360 m/det dan terkecil 0,188 m/det. Pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar 1,272 m/det dan kecepatan aliran terkecil 0,781 m/det.



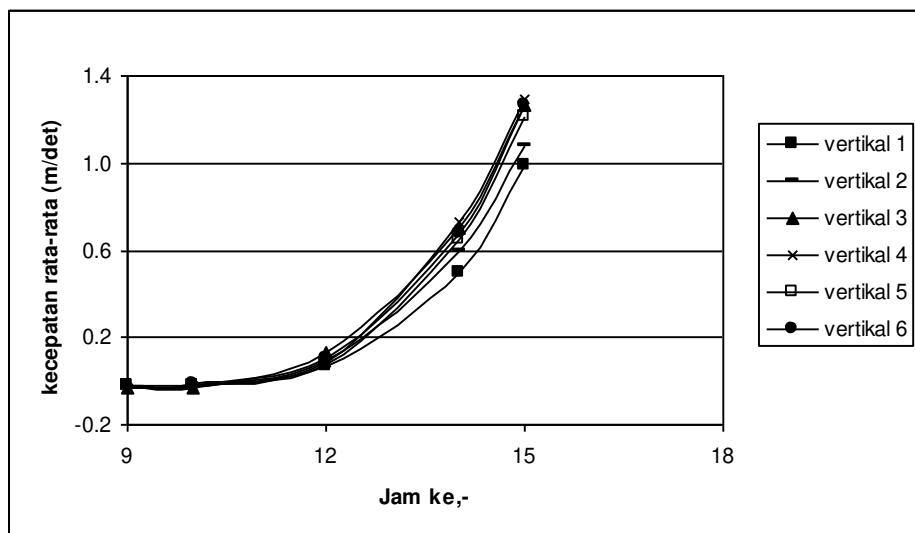
Gambar 11. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang H



Gambar 12. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang I

Dari gambar 12 dapat dilihat bahwa pada jam 09:00 terjadi aliran balik dengan kecepatan aliran terbesar yaitu  $-0,036$  m/det dan kecepatan aliran terkecil  $-0,011$  m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar  $0,200$  m/det dan terkecil  $0,142$  m/det. Pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar  $1,489$  m/det dan kecepatan aliran terkecil  $1,065$  m/det.

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa pada jam 09:00 terjadi aliran balik dengan kecepatan aliran terbesar yaitu  $-0,034$  m/det dan kecepatan aliran terkecil  $-0,020$  m/det. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar  $0,131$  m/det dan terkecil  $0,072$  m/det. Pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar  $1,297$  m/det dan kecepatan aliran terkecil  $0,987$  m/det.



Gambar 13. Grafik hubungan antara  $\bar{V}$  dan  $t$  pada penampang J

Tabel 1. Kecepatan aliran rata-rata penampang A-J

| Penampang | Kecepatan aliran rata-rata penampang A-J |       |       |
|-----------|--|-------|-------|
|           | 09:00                                    | 12:00 | 15:00 |
| A         | 0.183                                    | 0.520 | 1.215 |
| B         | 0.127                                    | 0.417 | 1.035 |
| C         | 0.086                                    | 0.221 | 0.631 |
| D         | 0.083                                    | 0.349 | 0.933 |
| E         | 0.061                                    | 0.310 | 1.000 |
| F         | 0.046                                    | 0.381 | 1.286 |
| G         | 0.032                                    | 0.473 | 1.896 |
| H         | 0.008                                    | 0.252 | 1.056 |
| I         | -0.020                                   | 0.170 | 1.266 |
| J         | -0.026                                   | 0.105 | 1.183 |

- a. Penampang A,B : pada jam 09:00 kecepatan aliran rata-rata penampang A dan B lebih besar dibanding dengan penampang lainnya, hal ini dipengaruhi oleh jarak penampang A dan B yang cukup jauh yaitu  $\pm 500$  m dari mulut muara. Kecepatan aliran penampang A dan B pada jam 09:00 yaitu 0,183 m/det dan 0,127 m/det, kemudian perlahan-lahan aliran sungai menjadi cepat pada jam 12:00, dan terjadi perubahan kecepatan aliran, untuk penampang A awalnya 0,183 m/det menjadi 0,520 m/det, dan penampang B dari 0,127 m/det

menjadi 0,417 m/det. Pada kondisi ini air laut mulai surut sehingga tekanan air laut berkurang dan menyebabkan kecepatan aliran perlahan-lahan menjadi lebih cepat dari sebelumnya. Kecepatan aliran terus meningkat sampai jam 15:00 yaitu sebesar 1,215 m/det untuk penampang A, dan 1,035 m/det untuk penampang B, dimana air laut dalam kondisi surut, pada kondisi ini permukaan air laut lebih rendah dari sungai sehingga kecepatan aliran besar.

- b. Penampang C,D : kecepatan aliran penampang C dan D pada jam

- 09:00 sangat kecil bahkan mendekati 0 karena pengaruh gelombang pasang, kemudian perlahan-lahan kecepatan aliran terus meningkat sampai jam 15:00. Dari tabel dapat dilihat perubahan kecepatan aliran penampang C dan D. Pada jam 09:00 kecepatan aliran pada penampang C 0,086 m/det kemudian meningkat menjadi 0,221 m/det pada jam 12:00 dan pada jam 15:00 kecepatan aliran terus meningkat yaitu sebesar 0,631 m/det. Untuk penampang D kecepatan aliran pada jam 09:00 yaitu 0,083 m/det kemudian berubah menjadi 0,349 m/det pada jam 12:00 dan pada jam 15:00 kecepatan aliran semakin besar yaitu 0,933 m/det.
- c. Penampang E,F : Pada jam 09:00 kecepatan aliran penampang E dan F lebih kecil dibanding penampang sebelumnya, yaitu 0,061 m/det dan 0,046 m/det. Pada jam 12:00 terjadi perubahan kecepatan aliran yaitu 0,310 m/det dan 0,381 m/det, karena air sudah mulai surut. Kecepatan aliran terus meningkat sampai jam 15:00 karena pada saat ini air laut dalam kondisi surut, sehingga kecepatan aliran besar. Kecepatan aliran penampang E dan F pada jam 15:00 yaitu 1,000 m./det dan 1,286 m/det.
- d. Penampang G : Dari tabel dapat dilihat bahwa terjadi perubahan kecepatan aliran dari setiap waktu pengukuran. Pada jam 09:00 kecepatan aliran kecil yaitu 0,032 m/det, kemudian pada jam 12:00 kecepatan aliran perlahan-lahan membesar yaitu 0,473 m/det dan pada jam 15:00 terjadi perubahan kecepatan aliran yang signifikan yaitu sebesar 1,896 m/det.
- e. Penampang H,I,J : Penampang H,I,J merupakan penampang yang terdekat dengan laut sehingga kecepatan aliran sangat dipengaruhi oleh gelombang pasang surut. Pada penampang H kecepatan aliran sangat kecil bahkan mendekati 0 yaitu 0,008 m/det, pada kondisi ini terjadi aliran balik saat 0,2h, inilah

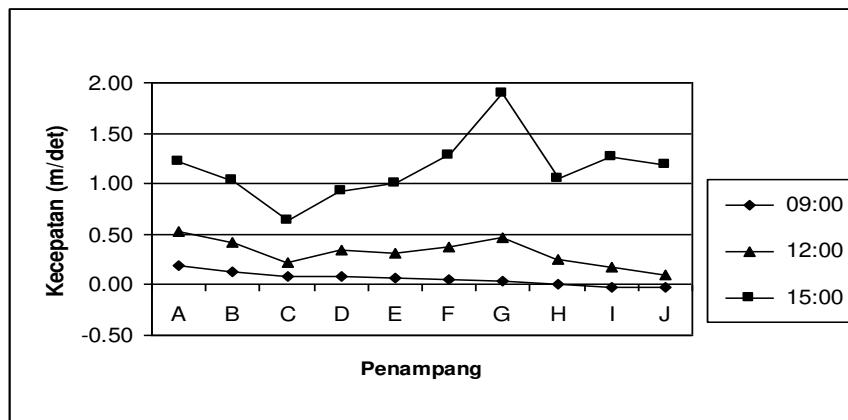
yang menyebabkan kecepatan aliran di penampang H sangat kecil. Kecepatan aliran berubah menjadi cepat dari sebelumnya pada jam 12:00 yaitu sebesar 0,252 m/det dan terus meningkat sampai 1,266 m/det pada jam 15:00.

Untuk penampang I dan J pada jam 09:00 terjadi aliran balik, sehingga aliran bukan lagi berasal dari sungai melainkan dari laut dengan kecepatan aliran rata-rata 0,020 m/det dan 0,026 m/det. Hal ini terjadi karena kondisi laut dalam keadaan pasang. Pada jam 12:00 kecepatan aliran berubah menjadi 0,170 m/det dan 0,105 m/det. Kecepatan aliran berubah menjadi lebih cepat dari sebelumnya pada saat jam 15:00 yaitu sebesar 1,266 m/det dan 1,183 m/det.

Berdasarkan hasil pengukuran, dan grafik serta potongan memanjang dan melintang penampang A - J dalam setiap waktu pengukuran yaitu, 09:00, 12:00 dan 15:00 memperlihatkan bahwa :

Pada jam 09:00 kecepatan aliran di muara sangat kecil bahkan mendekati 0. Dari kurva pasang surut pada jam 09:00 air dalam kondisi pasang, pada kondisi ini permukaan air laut lebih tinggi dari dasar sungai sehingga air laut mendesak masuk ke muara dan terjadi aliran balik akibat efek pembendungan. Masuknya air laut kemuara menyebabkan kecepatan aliran dimuara menjadi lambat. Pada kondisi ini aliran balik terjadi pada penampang D-J, penampang D, E, dan F terjadi pada kedalaman 0,8h, penampang G dan H pada kedalaman 0,6h penampang I dan J pada kedalaman 0,2h.

Pada jam 12:00 kecepatan aliran perlahan-lahan menjadi cepat dari sebelumnya karena pada kondisi ini air menuju surut, air laut sudah mulai turun sehingga kecepatan aliran juga mulai cepat karena desakan air laut mulai berkurang. Pada kondisi ini masih terjadi aliran balik atau masuknya air laut kemuara yaitu pada penampang H,I dan J, penampang H dan I terjadi pada



Gambar 14. Grafik perubahan kecepatan aliran penampang A- J

kedalaman 0,8h, penampang J pada kedalaman 0,6h.

Pada jam 15:00 kecepatan aliran rata-rata bergerak cepat, karena dari kurva pasang surut waktu ini merupakan waktu surut maksimum, pada kondisi ini tidak terlihat aliran balik, karena posisi air laut pada saat ini lebih rendah dari dasar sungai sehingga aliran bergerak dalam satu arah yaitu aliran yang menuju kehilir. Kondisi ini berlangsung selama 3 jam dan menurut grafik pasang surut, terjadi 2 kali surut dalam satu hari.

Perubahan kecepatan aliran dari ketiga waktu pengukuran untuk setiap penampang dapat dilihat pada grafik Gambar 14.

Dari grafik Gambar 14 terlihat bahwa kecepatan aliran pada jam 09:00, semakin dekat dengan mulut muara kecepatan aliran semakin kecil sebaliknya semakin jauh kecepatan aliran semakin besar, kecepatan aliran terbesar yaitu pada penampang A dan kecepatan aliran terkecil yaitu penampang H. Pada jam 12:00 kecepatan aliran terbesar pada penampang A dan kecepatan aliran terkecil pada penampang J. Dan pada jam 15:00 kecepatan aliran terbesar pada penampang G, karena lebar penampang G lebih kecil yaitu 48 meter, dan kecepatan aliran terkecil pada penampang C.

## 6. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

- 1) Pada kondisi pasang (pengukuran jam 09:00) kecepatan aliran sangat kecil bahkan mendekati 0, karena permukaan air laut lebih tinggi dari dasar sungai sehingga terjadi aliran balik yaitu masuknya air laut kedalam muara dan menyebabkan kecepatan aliran kecil. Kecepatan aliran paling besar yaitu pada penampang A dengan kecepatan aliran 0,183 m/det, dan kecepatan aliran paling kecil pada penampang H dengan kecepatan aliran 0,008 m/det.
- 2) Pada kondisi surut (pengukuran jam 15:00) kecepatan aliran bergerak cepat, karena air yang mengalir dari hulu belum mendapat tekanan dari air laut disebabkan permukaan air laut lebih rendah dari dasar sungai sehingga air mengalir dengan bebas tanpa hambatan. Kecepatan aliran paling besar pada kondisi ini yaitu pada penampang G dengan kecepatan aliran 1,896 m/det dan kecepatan aliran paling kecil yaitu pada penampang C dengan kecepatan aliran 0,631 m/det.

## 7. Daftar Pustaka

Asdak, Chay. 2001. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran*

- Sungai. Gadjah Mada University Press.
- Chow, Ven Te. 1989. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Edisi Kedua. Terjemahan Ir. E. V. Nensi Rosalina, M.Eng. Erlangga Jakarta.
- Dep. Pekerjaan Umum. 1991. *Intern Report Pekerjaan Pola Induk Sungai Palu*. Tricon Jaya Bandung.
- Gayo, M. Yusuf dkk. 1985. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. PT. Pradnya Paramita.
- Herman, Rudi. 2004. *Analisis Angkutan Sedimen, Laju Sedimentasi dan Perubahan Dasar Sungai Pada Muara Sungai Akibat Efek Pasang Surut*. Usulan Penelitian Research Grant Due-Like Batch III 2004. Palu.
- JR, Ray K. Linsley. 1996. *Hidrolika untuk Insinyur*. Edisi Ketiga. Erlangga Jakarta.
- Rijn Van, Leo C. 1991. *Principles of Fluid and Surface Waves in Rivers, Estuary, Sea and Ocean*. Aqua Publications Netherlands.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran*. Nova Bandung.
- Sarini. 1998. *Distribusi Kecepatan Aliran Pada Tikungan Sungai Palu*. Palu.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset.
- Yuwono, Nur. 1994. *Perancangan Bangunan Jetti, Laboratorium Hidrolika dan Hidrologi*. PAU-IT-UGM, Yogyakarta.