



Analisa Perubahan Geometri Penampang Sungai Menggunakan HEC-6 untuk Menaksir Debit Sedimen pada Sungai Citanduy di Jawa Barat

Hari Wibowo

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Jl. Profesor Dokter H. Hadari Nawawi, Pontianak Tenggara, Pontianak, Kalimantan Barat 78115
E-mail: hariwibowo13@yahoo.com

Abstract

Formation of river profile is basically a process in the regulation of the water itself. This arrangement is based on the carrying capacity of the river flow is determined by the parameters of the flow and sediment transport. To assist in observing changes in the riverbed need a software that can predict changes in the cross-sectional shape of river bed. In this study HEC-6 to be able to estimate the fundamental changes Citanduy River in West Java by using field data parameters are available in the form of cross-sectional geometry of the river, flow rates, water levels are high by peil scale or board might guess from observation stations Citanduy Rive. River cross section data used in 2007 were used for the calibration data. Calibration process used for 2008. While the software application used to view changes in the existing cross-sectional shape. Discharge used in this case amounted to 27.717 m³/second and high cross-section downstream on Rajagosi area of 10.40 m. Model selection is done with a relatively small deviation. Obtained from the model calibration process that both sides Karang Pucung-Pataruman-Rajagosi the Manning roughness number "n" of 0.060. Obtained from the literature for some natural channel meandering clean condition, there are ripples and found more stone figures, the Manning roughness ranged from 0.045 to 0.060.

Keywords: *Model, Sediment Transport, HEC-6.*

Abstrak

Pembentukan profil sungai pada dasarnya merupakan suatu proses dalam pengaturan badan air itu sendiri. Pengaturan ini didasarkan pada kapasitas angkut dari aliran sungai yang ditentukan oleh parameter aliran dan angkutan sedimen. Untuk membantu dalam mengamati perubahan dasar sungai diperlukan suatu perangkat lunak yang dapat memprediksi perubahan bentuk penampang dasar sungai tersebut. Dalam penelitian ini, HEC-6 digunakan untuk memperkirakan perubahan dasar Sungai Citanduy di Jawa Barat dengan menggunakan parameter data lapangan yang tersedia berupa penampang geometri sungai, debit aliran, ketinggian muka air berdasarkan tinggi peil skala atau papan duga dari stasiun pengamatan Sungai Citanduy. Data penampang sungai tahun 2007 digunakan untuk kalibrasi. Proses kalibrasi yang digunakan untuk tahun 2008, sedangkan aplikasi perangkat lunak digunakan untuk melihat perubahan bentuk penampang yang ada. Debit yang digunakan dalam hal ini sebesar 27,717 m³/detik dan tinggi penampang hilir pada daerah Rajagosi sebesar 10,40 m. Pemilihan model dilakukan dengan penyimpangan yang relatif kecil. Pada proses kalibrasi diperoleh model yang baik pada ruas Karang Pucung – Pataruman - Rajagosi pada angka kekasaran Manning "n" sebesar 0,060. Dari beberapa literatur, untuk saluran alam kondisi bersih berkelok, terdapat riak (ripples) dan dijumpai lebih banyak kerikil kasar, angka kekasaran Manning berkisar antara 0,045-0,060.

Kata-kata Kunci: *Model, Angkutan sedimen, HEC-6.*

Pendahuluan

Sungai atau saluran terbuka menurut Asdak (1995) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur

terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran dan sebagainya.

Sungai juga merupakan saluran terbuka dengan suatu ukuran geometri, yang berubah dengan waktu tergantung pada debit, material dasar dan

tebing, serta jumlah dan jenis dari sedimen yang diangkut oleh aliran (Trilita, 2003).

Morfologi sungai didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang bentuk sungai, jenis, sifat dan perilaku sungai dalam segala aspek perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu (Azwarman, 1999).

Morfologi sungai selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu yang dipengaruhi oleh debit yang mengalir, sedimen yang terangkut serta material pembentuk dasar dan tebing sungai (Minarni, 2003).

Menurut beberapa peneliti yang antara lain: Langbein (1964), Langbein dan Leopold (1964), dan Yang, et.al (1981), nilai rata-rata dari variabel hidrolis diketahui mengikuti yang diperlukan hukum hidrolis dan prinsip besarnya disipasi energi minimum.

Persamaan dasar yang dipakai untuk penyelidikan gerakan air dan sedimen melalui sungai adalah:

- a. persamaan kontinuitas aliran;
- b. persamaan momentum aliran;
- c. persamaan kontinuitas sedimen;
- d. persamaan angkutan sedimen.

Suatu model dikembangkan untuk menganalisis perilaku dari aliran dan bertujuan meniru fenomena yang ada di alam (Phillips, 1976; Cooper, 1977; Atmojo, 1993; Luknanto, 1993).

Sekarang ini dengan berkembangnya komputer, maka telah banyak dibuat perangkat lunak yang dipakai untuk mencari solusi atas permasalahan angkutan sedimen (Chang, 1990; Anonim, 1991; Binsar, 2000). Salah satu model yang dianggap cukup akurat dalam memperkirakan perubahan penampang sungai adalah Model HEC-6. Model HEC-6 ini adalah model numerik satu dimensi yang dikembangkan untuk menghitung gerusan dan endapan dengan simulasi hubungan antara hidrolis aliran dan endapan sedimen, terutama sedimen yang membentuk (Anonim, 1991) dasar sungai yang dasarnya tidak seragam. Model HEC-6 dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineer* (Anonim, 1991).

Trilita (2003) telah mengadakan penelitian analisa perubahan morfologi sungai dengan menggunakan HEC-6 di Stasiun Jeti – Kediri, mendapatkan nilai kekasaran Manning sebesar 0,032 pada Sungai Brantas di Jawa Timur. Sedangkan Binsar (2000) meneliti tentang Kajian Penerapan Perangkat Lunak HEC-6 untuk penaksiran sedimen sungai

mendapat hasil untuk kajian penampang diperoleh nilai kekasaran Manning sebesar 0,045.

Richards (1982) telah mencatat bahwa geometri hidrolis pada bagian hilir sungai yang melibatkan proses saluran dan bentuk mencangkup dua jenis analisis yang mana keduanya dinyatakan sebagai fungsi kekuatan bentuk.

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mencari model aliran yang terjadi pada Sungai Citanduy dengan menerapkan perangkat lunak HEC-6.
- b. Menganalisis perubahan penampang melintang sungai yang terjadi pada Sungai Citanduy akibat pola pengaliran yang terjadi.

Metode Penelitian

Perangkat lunak HEC-6 merupakan model numerik untuk pergerakan aliran pada saluran terbuka yang terbatas pada kondisi satu dimensi. Model perencanaan tersebut untuk menghitung dan memperkirakan perubahan pada profil sungai yang dihasilkan dari gerusan atau sedimentasi (endapan lumpur) yang melebihi dan biasanya pada kurun waktu tertentu (khususnya tahunan, walaupun penerapannya untuk satu kali banjir yang mungkin terjadi). Selanjutnya rekaman aliran dipisahkan kedalam seri (deretan) aliran *steady* pada variabel debit dan durasinya (Anonim, 1991).

Teori dasar perangkat lunak HEC-6 adalah:

- a. Teori dasar perhitungan hidrolika.

Parameter hidrolis yang diperlukan untuk menghitung besarnya kapasitas angkutan sedimen adalah kecepatan, kedalaman, lebar dan kemiringan energi yang diperoleh dari perhitungan profil muka air. Persamaan energi satu dimensi diselesaikan dengan metode standar bertahap dan parameter hidroliknya yang dihitung pada tiap penampang.

- b. Teori dasar perhitungan sedimen.

Besarnya kapasitas angkutan sedimen pada perangkat lunak HEC-6 dihitung untuk tipe aliran dalam hidrograf dan untuk tiap ukuran butiran. Sedangkan angkutan potensialnya dihitung untuk tiap kelas ukuran butiran yang ada pada dasar saluran. Angkutan potensial dikalikan dengan fraksi setiap kelas ukuran butiran yang menghasilkan kapasitas angkut untuk kelas ukuran butiran tersebut. Fraksi ukuran butiran ini berubah selama interval waktu tertentu, sehingga teknik iterasi harus digunakan. Teori dasar perhitungan

elevasi dasar untuk gerusan dan endapan menggunakan Persamaan Exner.

Bentuk Persamaan Exner (1925) adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial G}{\partial X} + B_0 \frac{\partial Y_s}{\partial (DD)} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

- G = angkutan sedimen
- Bo = lebar dasar saluran yang bergerak
- DD = lamanya tiap tahap waktu
- Ys = kedalaman endapan sedimen pada waktu kontrol.

Lokasi penelitian berada di Sungai Citanduy (Gambar 1), dimana sungai tersebut menerima aliran dari beberapa anak sungai yakni Sungai Cikawung, Sungai Cijolang, Sungai Ciseel dan Sungai Ciloteh.

Metode yang akan digunakan dalam kajian ini yakni menggunakan perangkat lunak HEC-6.

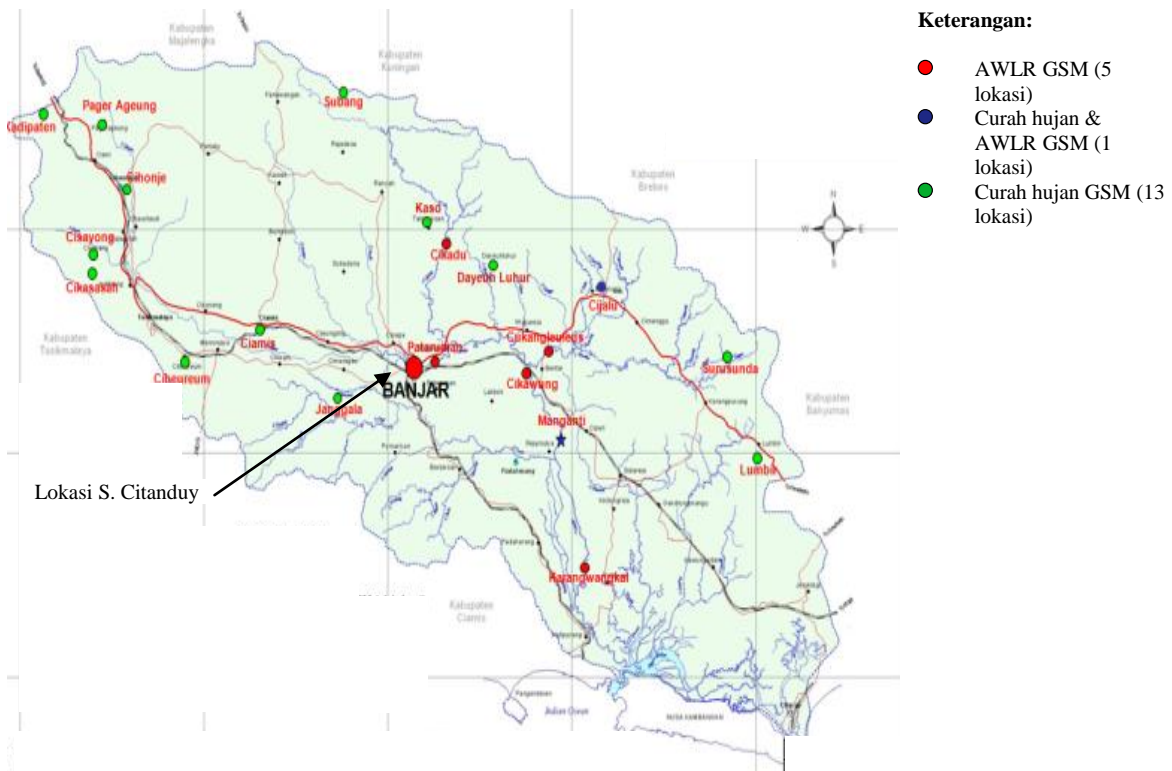
Ada beberapa data dasar yang dimasukkan dalam HEC-6 ini yakni: penampang melintang dan memanjang sungai yang didapat dari pengukuran di lapangan, data tinggi muka air dan debit, data gradasi butiran dasar sungai yang digunakan untuk

parameter butiran, misalnya untuk berat dan ukuran sedimen, dan data kekasaran dasar.

Selanjutnya dilakukan pembuatan model dengan memasukan titik-titik (*nodes*) di penampang memanjang, antara satu titik dengan titik lainnya dihubungkan dengan garis sehingga keseluruhan titik dan garis membentuk suatu sambungan yang tidak terputus (*network model*). Panjang garis menyatakan ruas saluran. Tiap titik diberi tanda pengenal (ID) dalam bentuk angka bilangan yang disusun berurutan. ID dengan nilai terkecil diletakan pada bagian hulu (*upstream*).

Langkah selanjutnya adalah dengan memasukan data penampang sungai hasil pengukuran lapangan pada tiap *nodes* yang telah ditentukan. Nilai pada masing-masing penampang melintang mempunyai nilai yakni koordinat dan elevasi.

Kemudian data koordinat (GR) tersebut dimasukkan kedalam data yang telah disediakan dalam perangkat lunak, dalam hal ini pada sampel 3.dat yang berupa analisis dengan dasar bergerak. Pada sampel 3.dat ini tidak hanya koordinat dan elevasi, tetapi juga yang lainnya seperti kekasaran butiran (NC), fraksi gradasi butiran (N), debit (LQ), jumlah sedimen yang mengalir (LT), jumlah fungsi (J,K) dan lain-lain.



Gambar 1. Peta lokasi Sungai Citanduy di Jawa Barat

Sebelum kita menjalankan (*running*) *software* tersebut terlebih dahulu dilakukan kalibrasi terhadap data karakteristik sungai yang disesuaikan dengan keadaan lapangan. Dalam hal ini akan diamati pada daerah Stasiun Pengamatan Rajagosi – Stasiun Karang Pucung. Titik yang ditampilkan ada 21 panampang. Sebagai salah satu data masukan, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tahap awal sebelum memasuki proses simulasi (simulasi hidrodinamika dan sedimen) adalah memasukan data. Untuk hidrodinamika aliran data yang akan di kalibrasi adalah data elevasi muka air, yakni dengan membandingkan elevasi hasil proses perangkat lunak HEC-6 dengan pengamatan. Titik yang menjadi acuan untuk melakukan perbandingan adalah pengamatan levasi muka air di Stasiun Karang Pucung dan Pataruman.

Proses kalibrasi hidrodinamika membutuhkan data profil melintang. Selain data profil penampang melintang, diperlukan data masukan lain yang berfungsi sebagai kondisi batas, yakni:

- Kondisi batas di titik *upstream* (Sta. Karang Pucung), debit masuk (Q_{masuk}) = 27,717 m³/detik.
- Kondisi batas di titik *downstream* (Sta. Rajagosi), elevasi muka air = 10,40 m.

Kemudian dilakukan kalibrasi sedimen

Besar kecilnya gerusan yang terjadi di dasar saluran dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kemiringan dasar saluran, kecepatan aliran, tegangan geser, karakteristik butiran sedimen (ukuran, gradasi, berat jenis dan faktor bentuk) dan debit sedimen. Besarnya tegangan geser yang terjadi pada dasar saluran merupakan interaksi antara sedimen dan kecepatan aliran yang terjadi.

Tabel 1. Data masukan profil melintang

No	Jarak	Elevasi dasar sungai (m)	
		Kr. Pucung	Rajagosi
1	0,0	38,850	10,940
2	2,5	38,650	10,840
3	5,0	38,450	10,740
4	7,5	38,250	10,640
5	10,0	38,050	10,540
6	12,5	37,850	10,440
7	15,0	37,825	10,420
8	17,5	37,800	10,400
9	20,0	37,583	9,910
10	22,5	37,365	9,420
11	25,0	37,338	9,215
12	27,5	37,100	9,010
13	30,5	37,298	8,815
14	32,5	37,285	8,620
15	35,0	37,283	8,620
16	37,5	37,280	8,620
17	40,0	37,215	8,570
18	42,5	37,150	8,520
19	45,0	37,135	8,250
20	47,5	37,120	7,980
...
45	110,0	38,850	10,940

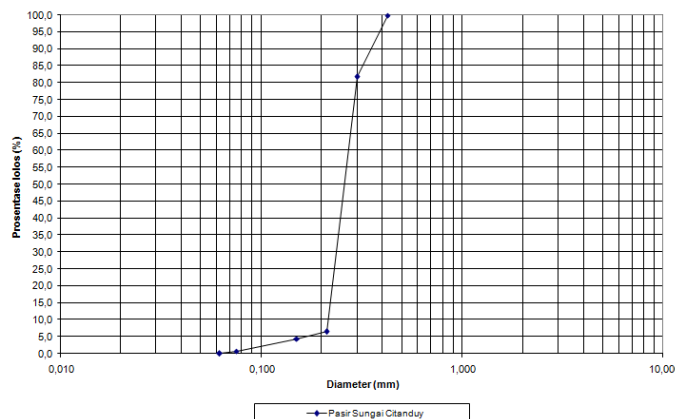
Analisis dan Pembahasan

Analisis data pertama yang yang dilakukan adalah mengkalibrasi nilai koefisien kekasaran Manning (n), yang dapat dilihat pada Gambar 3.

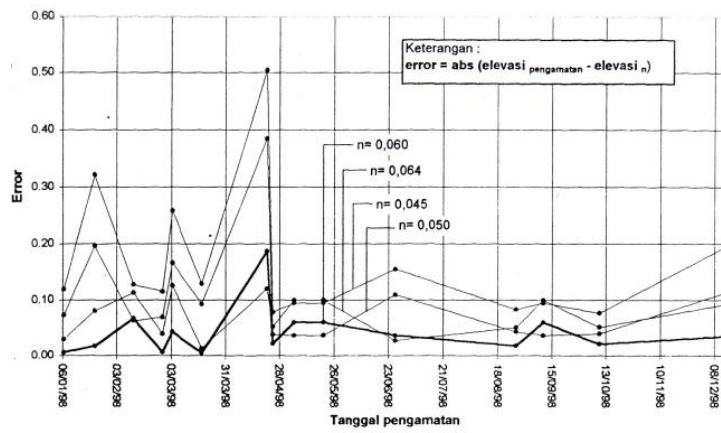
Perangkat lunak HEC-6 menggunakan satuan *english*, jadi satuan metrik yang ada selanjutnya di rubah dulu ke satuan english.

Selanjutnya data masukan tersebut di *running* dengan menggunakan perangkat lunak HEC-6 seperti pada Gambar 4.

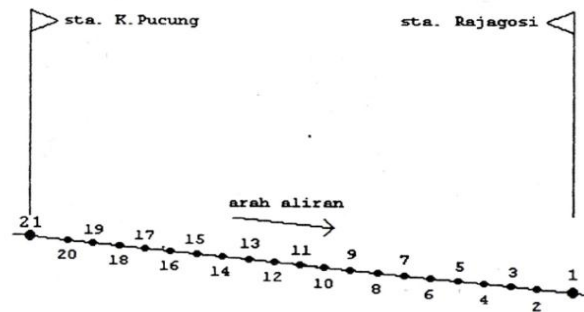
Hasil *running* perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 5.



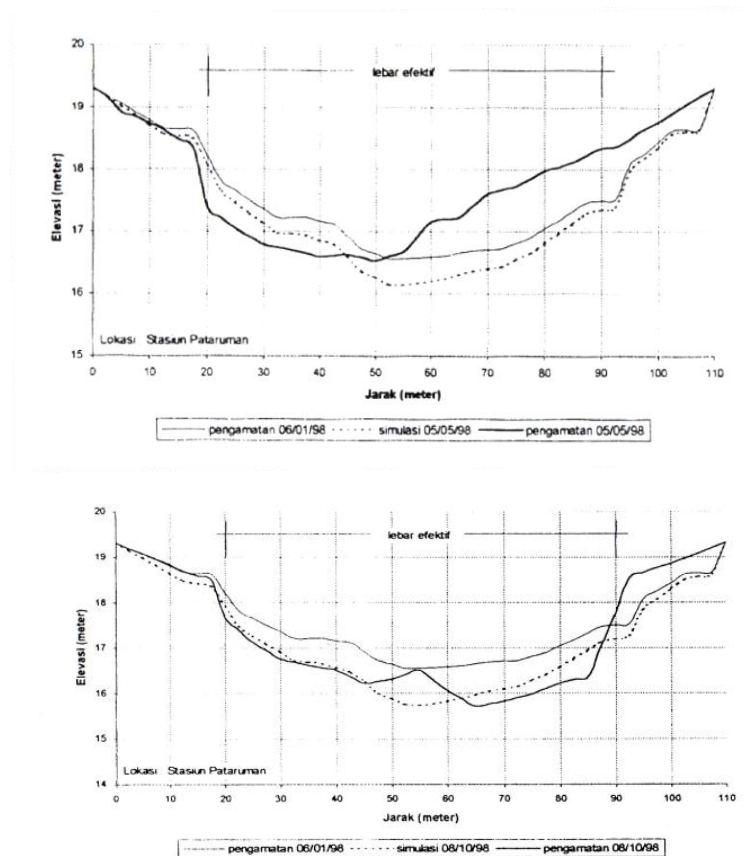
Gambar 2. Gradasi ukuran butiran Sungai Citanduy

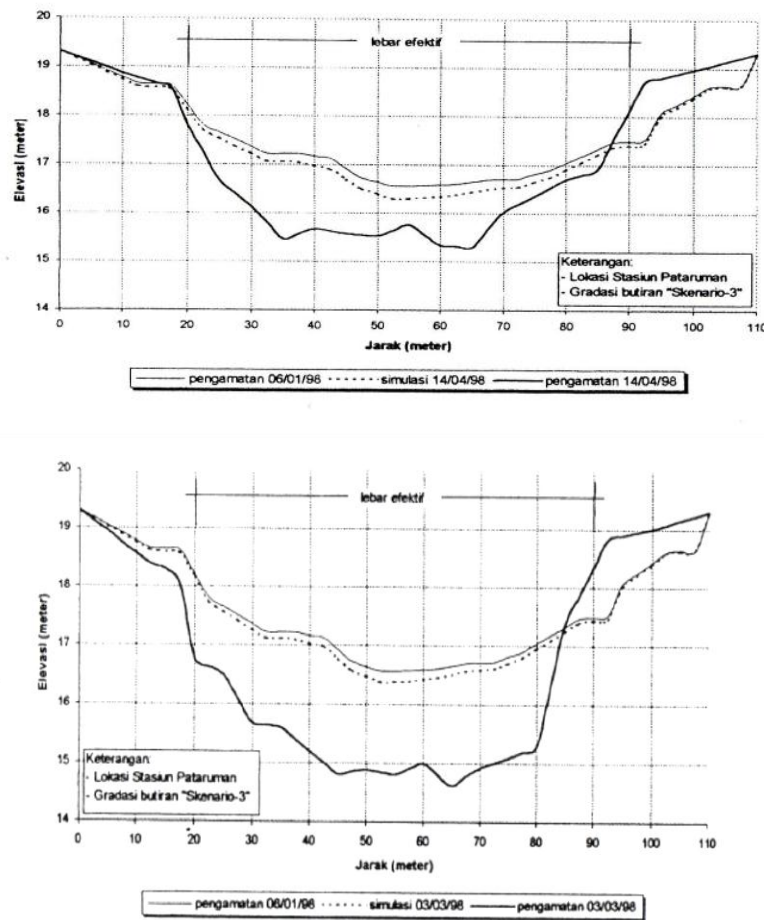


Gambar 3. Nilai error pada beberapa elevasi muka air dengan n yang berbeda



Gambar 4. Skema pemberian No. ID pada ruas penampang Sungai Citanduy





Gambar 5. Hasil *running* perangkat lunak HEC - 6 pada Sungai Citandu

Setelah melakukan persiapan data masukan untuk selanjutnya dilakukan *running* program. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan menghitung perubahan elevasi dasar saluran pada tahun pengamatan. Dari keluaran program pada gambar penampang melintang di atas, didapatkan hasil bentuk penampang kalibrasi dengan data aktual mendekati sama. Hal ini dikarenakan data yang dimasukkan dikalibrasi dulu dengan data yang ada, terutama parameter n Manning.

Pemilihan hasil model dengan menghitung besarnya penyimpangan antara hasil pengamatan dengan hasil model mempunyai penyimpangan yang kecil.

Kesimpulan

Dari hasil kajian di atas dapatlah disimpulkan beberapa hal yakni :

1. Parameter yang berpengaruh pada model pengamatan di lapangan diantaranya adalah nilai kekasaran koefisien Manning (n), dalam kajian ini pengikisan dan pengendapan yang

menyebabkan berkurangnya nilai kekasaran butiran.

2. Koefisien kekasaran Manning di daerah S. Citanduy yang diperoleh berdasarkan selisih *error* hasil lapangan dan simulasi HEC-6 sebesar 0,060
3. Pada proses simulasi terjadi proses pengendapan dan penggerusan di penampang melintang yang diamati dari hulu sampai ke hilir sehingga mengakibatkan perubahan bentuk penampang.
4. Perubahan bentuk penampang diakibatkan adanya debit aliran yang besar yang mengerus pada dinding dan dasar sungai yang mempunyai material dasar berupa aluvial atau non kohesif.
5. Pemanfaatan galian C pada Sungai Citanduy yang terus menerus dapat mengakibatkan perubahan dasar saluran dan meningkatkan proses penggerusan dan pengendapan.

Daftar Pustaka

- Anonim, 1991. *Scour and Deposition in Rivers and Reservoir (User's Manual)*. Hydrologic Engineering Center, HEC-6. US Army Corps of Engineers.
- Asdak, C., 1995. *Hidrologi dan Pengolahan daerah Aliran Sungai*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Atmojo, B. A., 1993. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Badan Pelaksanaan Induk BWS Citanduy – Ciwulan, 2008. *Proyek Induk Pengembangan Sungai Citanduy - Ciwulan*. Data Hidrometri dan Debit.
- Binsar, P. S., 2000. Kajian Penerapan Perangkat Lunak HEC-6 Untuk Menaksir Sedimen Sungai, *Tesis Magister*, ITB, Bandung.
- Breusers, H. N. C. And Raudkivi, A. J., 1991. *Scouring Hydraulic Structures Design Manual*, Volume 2, Balkema Rotterdam.
- Chang, H. H. and Nolte & Associates, 1990. *Calibration Study of FLUVIAL-12 Model Using Data from San Luis Rey River*, prepared for the San Diego County Water Authority, 45pp.
- Chow, V. T., 1959. *Open Channel Hydraulics*, McGraw Hill Kogakusha, Ltd.
- Chow, V. T., dan Rosalina, E. V. N., 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (terjemahan)*, Erlangga, Jakarta.
- Cooper, L., Bhat, U. N. and LeBlanc, L. J., 1977. *Introduction to Operation Research Models*, W. B. Saunders Company, Philadelphia, p. 7-8.
- Langbein, W. B., 1964. Geometry of River Channels. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 90, No. HY2, pp. 301-311*.
- Langbein, W. B. and Leopold, L. B., 1964. Quasi-equilibrium States in Channel Morphology. *American Journal of Science, Vol. 262, pp. 782-792*.
- Luknanto, D., 1993. *Makalah Model Matematik*. PAU Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Philips, D. T., Ravindran A. and Solberg, J., 1976. *Operation Research Principles and Practice*, John Wiley & Sons, Inc, Toronto.
- Richards, K. S., 1982. *Rivers: Form and Process in Alluvial Channels*, Methuen, London.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, Jilid 1 dan 2*, Penerbit Nova Bandung.
- Trilita, M. N., 2003. Analisa Perubahan Morfologi Sungai dengan Menggunakan HEC-6 di Stasiun Pengamatan Jeli Kediri. *Jurnal Aksial*, Majalah Ilmiah Teknik, Volume 5 No. 2 Agustus 2003, Hal 58-61.
- Yang, C. T., Song, C. C. and Woldenberg, M. T., 1981. *Hydraulic Geometry and Minimum Rate of Energy Dissipation*. Water Resources Research, Vol. 17, pp. 877-896.