

Kajian Sedimentasi di Muara Sungai Ciletuh, Kabupaten Sukabumi

Yadi Suryadi

Kelompok Keahlian Teknik Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung, E-mail: yadisuryadi1991@gmail.com

Afrizal Maulana Sutrisna

Pusat Pengembangan Sumber Daya Air, Intitut Teknologi Bandung, E-mail: afrizalmaulanas@gmail.com

Mohammad Bagus Adityawan

Program Studi Teknik Pengelolaan Sumber Day Air, Intitut Teknologi Bandung,
E-mail: bagus.adityawan@ftsl.itb.ac.id

Asrini Chrysanti

Kelompok Keahlian Teknik Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung, E-mail: asrinichr@gmail.com

Bagus Pramono Yakti

Pusat Pengembangan Sumber Daya Air, Intitut Teknologi Bandung, E-mail: bagusyakti@gmail.com

Widyaningtias

Program Studi Teknik Pengelolaan Sumber DayAir, Intitut Teknologi Bandung,
E-mail: ciwit.widya@alamatemail.com

Iwan Kridasantausa Hadihardaja

Kelompok Keahlian Teknik Sumber Daya Air, Intitut Teknologi Bandung, E-mail: iwanhadihardaja@gmail.com

Abstrak

Nelayan di sekitar muara Sungai Ciletuh mengalami masa sulit akibat hasil tangkapan ikan yang terus berkurang. Hal ini terjadi karena muara Sungai Ciletuh mengalami pendangkalan, mengakibatkan nelayan menjadi kesulitan untuk menambatkan perahu mereka. Sedimentasi yang terjadi di muara Sungai Ciletuh merupakan akumulasi dari angkutan sedimen yang dibawa oleh aliran sungai yang berasal dari erosi di DAS Ciletuh. Oleh karena itu dilakukan analisis hidrologi, pasang surut, gelombang, dan sedimentasi yang terjadi di muara Sungai Ciletuh. Pemodelan menggunakan Delft3D dilakukan dengan tiga kondisi; musim kering, musim basah dan kondisi banjir. Disimpulkan bahwa sedimentasi paling besar yang terjadi di muara Sungai Ciletuh pada saat kondisi banjir dengan periode ulang 2 tahun, dengan nilai sedimentasi mencapai ketinggian 2 meter.

Kata-kata Kunci: Muara, sedimentasi, hidrodinamika, pantai

Abstract

Fishermen around Ciletuh estuary were having difficult times due to their lack of fish cathments. This happens because of sedimentation on Ciletuh estuary, causing the fishermen unable to moor their boats. Sedimentations in Ciletuh estuary is the accumulation of the sediment transport from Ciletuh river. Therefore, analysis is performed regarding hidrology, tidal, wave and sedimentation. The sedimentation modeling is performed by using Delft3D with 3 conditions: wet season, dry season and flood condition. Concluded that the highest sedimentation happens when flood condition is in return periode of 2 years, with the value of sedimentation reaching 2 meters high.

Keywords: River mouth, sedimentation, hydrodynamics, beach.

1. Pendahuluan

Pada beberapa tahun terakhir, nelayan di sekitar Teluk Ciletuh mengalami masa sulit akibat hasil tangkapan ikan yang terus berkurang. Keadaan ini dialami oleh nelayan dari Desa Ciwaru, Tamanjaya dan Mekarsakti. Hal ini terjadi karena muara Sungai Ciletuh mengalami pendangkalan, mengakibatkan nelayan menjadi kesulitan untuk menyandarkan perahu mereka. Selain itu, akibat pendangkalan yang terjadi nelayan harus

bekerja ekstra saat musim ikan. Nelayan harus mengangkut ikan dua kali karena perahu tidak dapat langsung bersandar.

Sedimentasi yang terjadi di muara sungai merupakan akumulasi dari angkutan sedimen yang dibawa oleh aliran sungai yang berasal dari erosi di DAS Ciletuh. Hal ini dapat mengakibatkan permasalahan di muara dan pantai di sekitarnya. Hal ini diperkuat dari pengamatan di lapangan bahwa di Teluk Ciletuh telah

terjadi sedimentasi yang sangat mengkhawatirkan. Oleh karena itu, untuk menanggulangi permasalahan tersebut, perlu dilakukan analisis terkait debit sungai, sedimentasi yang terjadi, dan juga pengaruh gelombang dan pasang-surut di Teluk Ciletuh.

Kajian perubahan garis pantai telah dilakukan misalnya oleh Adityawan dkk (2011) pada muara Sungai Nanakita di Jepang setelah kejadian Tsunami pada tahun 2011, dengan menggunakan citra satelit. Kajian lain yang telah dilakukan adalah sedimentasi di muara Sungai Porong, Sidoarjo pada oleh Suntoyo (2015), dengan menggunakan *software* Mike 21. Asrini dkk. (2017) melakukan pemodelan perubahan pantai dan muara sungai di daerah Kulon Progo

dengan menggunakan Delft3D. Studi yang dilakukan menunjukkan Delft3D dapat memberikan hasil yang baik.

Untuk Muara Sungai Ciletuh sendiri belum ada kajian khusus. Sehingga pada penelitian ini, digunakan *software* Delft3D untuk memodelkan gelombang, pasang surut, debit serta sedimentasi di muara Sungai Ciletuh. Agar kemudian dapat dibuat suatu solusi perlindungan muara yang tepat, agar para nelayan dapat kembali beraktivitas normal.

Pada **Gambar 1** diatas, terlihat adanya pola perubahan muara ciletuh dari waktu ke waktu. Permasalahan yang timbul akibat sedimentasi di muara Sungai Ciletuh



Gambar 1. Lokasi studi



Gambar 2. Kondisi muara Ciletuh

adalah terjadinya penyempitan muara dan pendangkalan alur pelayaran. Hal ini menyulitkan para nelayan untuk keperluan navigasi kapal mereka (**Gambar 2**). Di muara Sungai Ciletuh ini terdapat Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Ciwaru yang menjadi pusat pengumpulan ikan hasil tangkapan para nelayan yang berada di wilayah pesisir Kecamatan Ciemas. Akibat dari sedimentasi yang terjadi para nelayan kesulitan untuk menyandarkan kapal mereka. Oleh karena itu, penataan muara, navigasi pelayaran, dan penanganan sedimentasi di muara Sungai Ciletuh harus segera dilaksanakan.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Meramalkan pasang surut di Teluk Ciletuh
2. Menghitung gelombang di Teluk Ciletuh
3. Memodelkan sedimentasi di muara Sungai Ciletuh
4. Menghitung sedimentasi yang terjadi di muara Sungai Ciletuh

2. Metodologi

Gambar 3 menampilkan metodologi dari penelitian yang dilakukan. Tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tahap persiapan adalah kegiatan sebelum memulai mengumpulkan data. Pada tahap persiapan dilakukan penyusunan rangkaian atau kerangka kegiatan yang akan dilakukan dengan tujuan agar waktu dan pekerjaan yang akan dilakukan dapat berjalan efektif. Kemudian, tinjauan pustaka dilakukan terhadap berbagai sumber yang berhubungan dengan sedimentasi muara, hidrologi, gelombang, pasang-surut serta dasar-dasar dalam pemodelan.

2.1 Pengumpulan data

Data dikumpulkan dari berbagai sumber. Data data yang dikumpulkan mencakup:

1. Data Temperatur Udara

Data suhu digunakan untuk menghitung evapotranspirasi dalam analisis hidrologi. Data berupa data suhu harian didapat dari Pusat Penelitian & Pengembangan Sumber Daya Air (PUSAIR), dengan menggunakan stasiun terdekat dari lokasi studi dari tahun 2007 hingga tahun 2015.

2. Data Angin

Data angin yang digunakan berguna dalam menentukan distribusi arah angin dominan dan kecepatan angin yang terjadi di lokasi. Data angin ini juga kemudian akan diolah menjadi data gelombang. Data angin yang digunakan merupakan data dari tahun 2006 - 2015 dan didapat secara online dari *European Centre for Medium -Range Weather Forecasts (ECMWF)*.

3. Data Pasang Surut

Data pasang surut diperlukan untuk menentukan elevasi - elevasi penting. Data tersebut akan digunakan untuk analisis dalam pemodelan. Data pasang surut yang digunakan merupakan hasil pengukuran langsung. Lokasi pengukuran di Palampang pada tanggal 8 - 22 Juni 2017.

4. Peta Batimetri

Peta batimetri berguna untuk analisis dalam pemodelan. Peta didapatkan dari hasil survei lapangan.

5. Data Curah Hujan

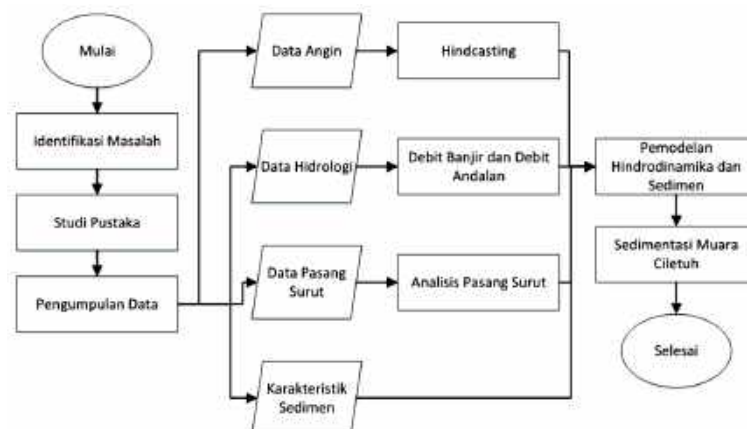
Data curah hujan didapat dari PUSAIR. Terdapat 4 lokasi stasiun hujan di Kabupaten Sukabumi yang akan dianalisis, yaitu Stasiun Cibarusah-Cikarang Nguluwung, Stasiun Cigangsa, Stasiun Ciletuh dan Stasiun Citarik. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian dari tahun 2007 hingga tahun 2016.

2.2 Analisis hidrologi

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan dianalisis hingga mendapatkan debit andalan dan debit banjir rencana. Untuk menentukan debit andalan akan dihitung dengan menggunakan metode NRECA sesuai dengan SNI 6738-2015. Sedangkan untuk debit banjir dihitung dengan metode hidrogaf satuan sintetik yaitu metode Snyder sesuai dengan SNI 2415-2016.

2.3 Analisis gelombang

Data angin yang telah diperoleh kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk mawar angin (*windrose*). Berikut langkah - langkah pengerjaan analisis data angin :



Gambar 3. Metodologi Penelitian

1. Mengelompokkan data angin berdasarkan arah dan kecepatannya masing-masing dan waktu.
2. Memasukan data dalam bentuk *windrose* menggunakan *software* WRplot sesuai kolom pada tabel.
3. Menentukan *fetch* efektif dengan bantuan *software* Autocad.
4. Membuat peramalan gelombang (*hindcasting*) dan perhitungan pembangkitan tinggi dan periode gelombang untuk masing – masing data angin.

2.4. Analisis pasang surut

Pemodelan pasang-surut menggunakan perangkat lunak ERGTIDE untuk mencari elevasi-elevasi penting pasang surut di Teluk Ciletuh berdasarkan metode *least square*.

2.5. Pemodelan hidrodinamika dan sedimentasi

Pemodelan sedimentasi dilakukan dengan mensimulasikan sedimentasi yang terjadi selama 1 tahun di Muara Sungai Ciletuh menggunakan *software* Delft3D. Pemodelan dilakukan pada 3 kondisi, pada saat musim basah, musim kering dan ketika kondisi banjir dengan menggunakan debit rencana sungai.

3. Analisis Hidrologi

3.1. Analisis curah hujan wilayah

Deliniasi DAS dilakukan dengan menggunakan analisis GIS berdasarkan data kontur dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Didapatkan 3 buah DAS yang bermuara di Teluk Ciletuh; DAS Ciletuh, Cimalinjung, dan Ciporeang. Kemudian dilanjutkan



Gambar 4. Delineasi DAS dan polygon thiessen

Tabel 1. Luas pengaruh stasiun hujan (Thiessen)

Stasiun Hujan	DAS Ciletuh	DAS Cimalinjung	DAS Ciporeang
Cibarusah	15,6	0	0
Cigangsa	0	0	0
Ciletuh	142,2	41,3	37,8
Citarik	0	0	0

dengan mencari luas pengaruh masing-masing DAS dengan menggunakan metode Polygon Thiessen. Hasil analisis dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Tabel 1**.

Berdasarkan hasil perhitungan luas pengaruh stasiun, perhitungan curah hujan wilayah akan berdasarkan pada data dari dua stasiun hujan, yaitu Stasiun Ciletuh dan Stasiun Cibarusah.

Tabel 2. Curah hujan wilayah

Tahun	DAS Ciletuh	DAS Cimalinjung & Ciporeang
2007	102,7	103,0
2008	178,3	180,0
2009	175,9	182,0
2010	142,4	150,0
2011	163,5	168,0
2012	186,1	193,0
2013	108,6	112,0
2014	129,5	132,0
2015	127,4	126,0
2016	156,5	158,0

3.2. Faktor pengurangan wilayah

Nilai curah hujan yang didapatkan melalui perhitungan curah hujan wilayah menggunakan asumsi bahwa nilai hujan tersebut terjadi secara merata di seluruh wilayah DAS. Oleh karena itu untuk mendapatkan curah hujan wilayah pada DAS, diperlukan suatu faktor pengurangan wilayah atau umumnya disebut *Area Reduction Factor* (ARF).

$$ARF = 1,152 - 0,1223 \text{ Log } A \quad (1)$$

dengan keterangan:

ARF : *Area Reduction Factor*

A : Luas DAS [km²]

Hasil analisis dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut ini.

Tabel 3. Faktor pengurangan wilayah

DAS	ARF
Ciletuh	0,881
Cimalinjung	0,953
Ciporeang	0,957

Kemudian dengan mengalikan nilai ARF dengan setiap data curah hujan wilayah masing-masing DAS, maka didapatkan nilai curah hujan wilayah terkoreksi untuk setiap DAS pada **Tabel 4**.

3.3 Curah hujan rencana

Curah hujan rencana didapatkan dengan melakukan analisis frekuensi curah hujan menggunakan Metode Gumbel. Hasil analisis dapat dilihat pada **Tabel 5**.

3.4. Distribusi hujan

Analisis distribusi hujan dilakukan untuk memperkirakan persentase dari hujan total yang jatuh

Tabel 4. Curah hujan wilayah terkoreksi

Tahun	DAS Ciletuh	DAS Cimalinjung	DAS Ciporeang
2007	90,5	98,1	98,6
2008	157,1	171,5	172,3
2009	154,9	173,4	174,3
2010	125,4	142,9	143,6
2011	144,1	160,1	160,9
2012	163,9	183,9	184,8
2013	95,7	106,7	107,2
2014	114,1	125,8	126,4
2015	112,2	120,0	120,6
2016	137,9	150,5	151,3

Tabel 5. Curah hujan rencana untuk berbagai periode ulang

Periode Ulang (tahun)	DAS Ciletuh	DAS Cimalinjung	DAS Ciporeang
2	126,1	139,3	139,9
5	157,1	174,6	175,5
10	177,7	198,1	199,1
25	203,7	227,7	228,8
50	222,9	249,6	250,9
100	242,1	271,4	272,8
200	261,1	293,1	294,6

dalam tiap jam. Waktu konsentrasi (t_c) dihitung dengan metode Kirpich sesuai dengan SNI 2415:2016.

$$t_c = 0,66628 L^{0,77} S^{-0,385} \quad (2)$$

dengan keterangan:

L : Panjang sungai [km]

S : Kemiringan sungai

Setelah didapat nilai t_c maka akan dicari pola durasi hujan dengan metode *Modified-Mononobe* yang telah umum digunakan di Indonesia (Thessalonika dkk., 2018, Wardanu dkk., 2016). Hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Distribusi hujan

Jam	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (%)	Distribusi (%)
1	85,153	85,153	85,153	55,03
2	53,643	107,286	22,133	14,30
3	40,937	122,812	15,526	10,03
4	33,793	135,173	12,360	7,99
5	29,122	145,610	10,438	6,75
6	25,789	154,734	9,124	5,90

3.5 Curah hujan efektif

Hujan efektif adalah nilai hujan yang telah dikurangi oleh abstraksinya (*losses*). Nilai hujan efektif didapat dengan cara mengalikan intensitas curah hujan dengan koefisien tutupan lahan komposit masing-masing DAS. Nilai koefisien tutupan didapatkan dari Badan Informasi Geospasial. Hasil analisis koefisien *run off* dan curah hujan efektif untuk masing-masing DAS dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini.

Tabel 7. Koefisien run off

DAS	C
Ciletuh	0,29
Cimalinjung	0,31
Ciporeang	0,32

Tabel 8. Hujan efektif DAS Ciletuh

Durasi (jam)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun
	(mm/jam)			
1	19,93	24,83	28,08	32,19
2	5,18	6,45	7,30	8,37
3	3,63	4,53	5,12	5,87
4	2,89	3,60	4,08	4,67
5	2,44	3,04	3,44	3,95
6	2,13	2,66	3,01	3,45

Tabel 9. Hujan efektif DAS Cimalinjung

Durasi (jam)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun
	(mm/jam)			
1	23,41	29,36	33,30	38,27
2	6,09	7,63	8,65	9,95
3	4,27	5,35	6,07	6,98
4	3,40	4,26	4,83	5,56
5	2,87	3,60	4,08	4,69
6	2,51	3,15	3,57	4,10

Tabel 10. Hujan efektif DAS Ciporeang

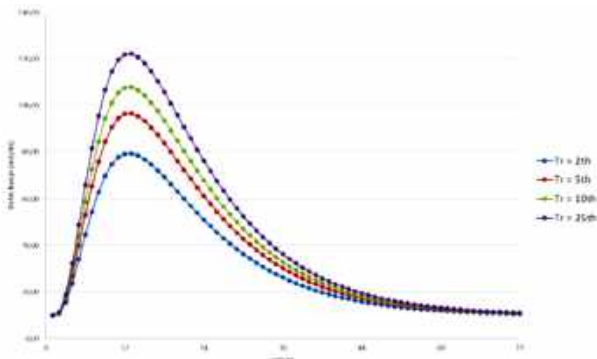
Durasi (jam)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun
	(mm/jam)			
1	24,71	30,98	35,14	40,39
2	6,42	8,05	9,13	10,50
3	4,50	5,65	6,41	7,36
4	3,59	4,50	5,10	5,86
5	3,03	3,80	4,31	4,95
6	2,65	3,32	3,77	4,33

3.6 Debit banjir rencana

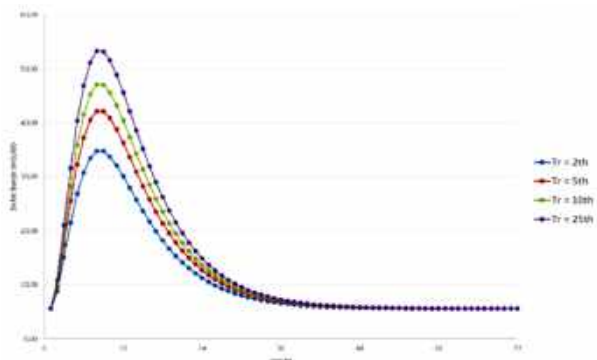
Untuk menentukan debit banjir rencana, dilakukan perhitungan sintetik unit hidrograf metode Snyder-Alexeyev. Metode ini dipilih karena menurut SNI 2415:2015 tentang *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*, kelayakan metode ini telah banyak digunakan dan teruji untuk menghitung besarnya hidrograf debit banjir rencana tidak hanya di Amerika tapi juga di negara-negara lainnya seperti di Indonesia. Hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.

3.7. Perhitungan debit andalan

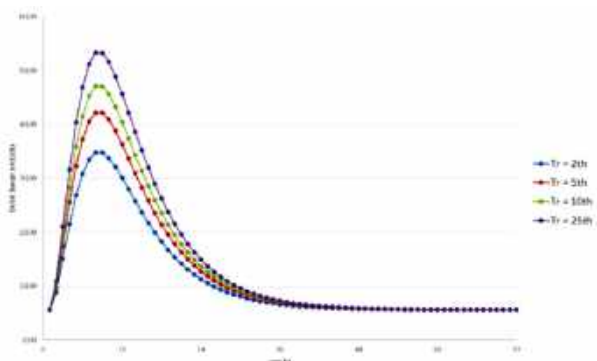
Metode yang digunakan untuk perhitungan debit andalan adalah metode NRECA, dengan besar evapotranspirasi bulanan berdasarkan data yang didapatkan dari PUSAIR (Tabel 12). Tujuan dari perhitungan debit andalan ini adalah untuk mencari debit musim kering dan musim basah setiap sungai.



Gambar 5. Hidrograf debit banjir Ciletuh



Gambar 6. Hidrograf debit banjir Cimalinjung



Gambar 7. Hidrograf debit banjir Ciporeang

Berikut rekapitulasi hasil dari perhitungan debit banjir untuk periode ulang 2 tahun dan 25 tahun.

Tabel 11. Debit banjir rencana untuk periode ulang 2 dan 25 tahun

DAS	2 Tahun		25 Tahun	
Ciletuh	79,48	m ³ /s	124,13	m ³ /s
Cimalinjung	34,79	m ³ /s	55,01	m ³ /s
Ciporeang	33,35	m ³ /s	60,38	m ³ /s

Dari hasil perhitungan didapat bahwa musim basah terjadi pada bulan Oktober - Maret, sedangkan musim kering terjadi pada bulan April - September. Hasil perhitungan debit rata-rata untuk kedua musim dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 12. Evapotranspirasi bulanan

Bulan	Eto (mm/bulan)
Januari	146,07
Februari	118,98
Maret	119,49
April	109,96
Mei	103,01
Juni	99,98
Juli	109,72
Agustus	138,46
September	165,32
Oktober	166,18
November	150,14
Desember	133,87

Tabel 13. Debit rata-rata sungai

DAS	Musim Basah		Musim Kering	
Ciletuh	16,10	m ³ /s	4,37	m ³ /s
Cimalinjung	3,86	m ³ /s	0,95	m ³ /s
Ciporeang	4,22	m ³ /s	1,04	m ³ /s

4. Analisis Hidrodinamika

4.1. Perhitungan gelombang

Dalam perhitungan gelombang, data angin yang digunakan adalah data angin ECMWF selama 10 tahun, yaitu pada tahun 2006-2015. Metode *hindcasting* yang digunakan adalah metode *Shore Protection Manual (SPM) 1984*. Selain data angin, *hindcasting* gelombang membutuhkan data *fetch* sebagai input *hindcasting*. *Fetch* untuk lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 8 dan Tabel 14.

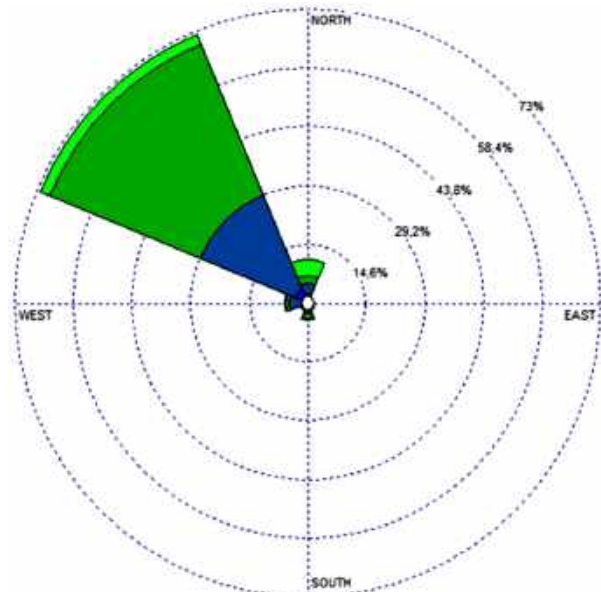


Gambar 8. Panjang fetch

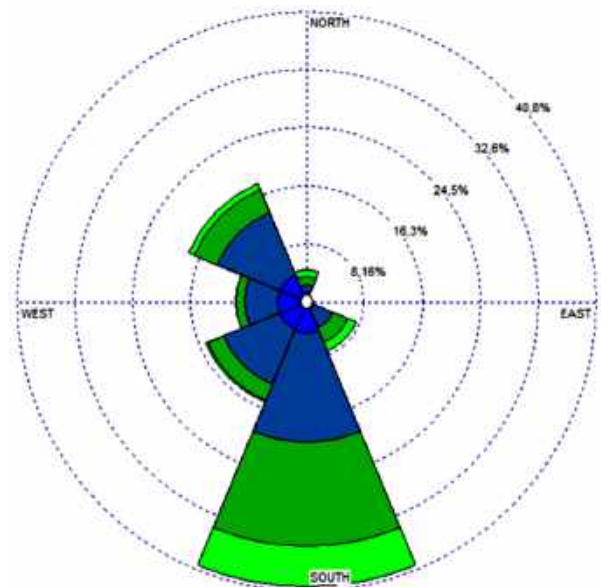
Dari *hindcasting* yang dilakukan, didapatkan distribusi gelombang dominan pada musim basah berasal dari arah Barat Laut. Sedangkan untuk musim kering gelombang dominan dari arah Selatan, dengan tinggi gelombang berkisar di 0,5 – 0,7 meter untuk kedua musim.

Tabel 14. Fetch efektif

Arah	Fetch Efektif (m)
Utara	15.953,0
Timur Laut	21.980,8
Timur Laut	11.163,4
Tenggara	9.625,3
Selatan	94.209,5
Barat Daya	200.000,0
Barat	173.683,1
Barat Laut	40.745,2



Gambar 9. Wave rose musim basah



Gambar 10. Wave rose musim kering

Berikutnya akan ditentukan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan. Gelombang signifikan merupakan nilai rata-rata dari 30% nilai tinggi/periode gelombang

tertinggi. Nilai tinggi dan periode gelombang signifikan untuk musim basah dan musim kering dapat dilihat pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Periode dan gelombang signifikan

Musim Basah: Oktober - Maret		
Arah	Hs (meter)	Tp (detik)
Barat Laut	0,631	3,435
Musim Kering: April - September		
Arah	Hs (meter)	Tp (detik)
Selatan	0,760	3,972

Data tinggi dan periode gelombang sebanyak data angin yang dimiliki dari tahun 2006 sampai 2015 didapatkan dari proses *hindcasting* yang telah dilakukan sebelumnya. Data tinggi dan periode maksimum tahunan dapat dilihat pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Periode dan gelombang maksimum

Waktu	Arah	Hs (meter)	Tp (detik)
29-12-2006	Barat Laut	1,392	5,095
04-02-2007	Barat	1,620	6,600
07-02-2008	Barat Laut	1,634	5,375
15-05-2009	Barat	1,579	6,533
15-12-2010	Barat Laut	1,608	5,346
12-01-2011	Barat Laut	1,639	5,380
01-03-2012	Barat	1,740	6,792
24-02-2013	Barat Laut	1,613	5,352
21-01-2014	Barat Laut	1,396	5,100
10-02-2015	Barat	1,808	7,073

Dari Tabel 16 diatas, terlihat bahwa tinggi gelombang maksimum datang dari arah Barat dan Barat Laut. Oleh karenanya dilakukan perhitungan gelombang dan periode rencana untuk kedua arah tersebut. Perhitungan gelombang rencana menggunakan analisis frekuensi dengan metode Gumbel.

4.2 Pasang surut

Data pasang surut didapat dari hasil pengukuran selama 15 hari. Lokasi pengukuran di Pantai Palampang pada

Tabel 17. Tinggi dan periode gelombang rencana

Periode Ulang (tahun)	Barat Laut		Barat	
	Hs (meter)	Tp (detik)	Hs (meter)	Tp (detik)
2	1,496	5,217	1,366	6,022
5	1,636	5,379	1,699	6,841
10	1,729	5,486	1,919	7,383
25	1,846	5,622	2,198	8,068

tanggal 8 - 22 Juni 2017. Untuk menentukan elevasi penting pasang surut akan digunakan *software* ERGTIDE. ERGTIDE merupakan sebuah program yang dapat digunakan untuk mencari nilai konstituen, meramalkan pasang surut dan menentukan nilai elevasi-elevasi penting pasang surut. Dalam prinsip kerja *software* ini menerapkan metode *Least Square*. Berikut adalah perhitungan elevasi penting pasang surut Teluk Ciletuh.

Tabel 18. Analisis pasang surut

Nilai Elevasi-Elevasi Penting (m)			
Highest Water Spring	(HWS)	1,496	+0,954
Mean High Water Spring	(MHWS)	1,304	+0,762
Mean High Water Level	(MHWL)	0,940	+0,398
Mean Sea Level	(MSL)	0,542	0
Mean Low Water Level	(MLWL)	0,145	-0,397
Mean Low Water Spring	(MLWS)	0,078	-0,619
Lowest Water Spring	(LWS)	0,237	-0,779

5. Karakteristik Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di 9 titik di sekitar teluk dan muara Sungai Ciletuh pada bulan Juni 2017. Lokasi titik pengambilan sampel dapat dilihat di **Gambar 11** berikut.



Gambar 11. Lokasi pengambilan sampel sedimen

Hasil uji lab terhadap sampel tersebut ditunjukkan pada **Tabel 19** berikut.

Tabel 19. Analisis sampel sedimen

No	Sampel	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	D50 mm	TSS mg/L
1	SP1 A	2,71	3,03	32,98	61,29	< 0,005	177,00
2	SP1 B	1,90	2,83	28,83	66,44	< 0,005	1,00
3	SP2 A	0,00	95,44	4,57	0,00	0,20	244,00
4	SP2 B	0,00	94,77	5,23	0,00	0,20	22,00
5	SP2 C	0,00	96,09	3,19	0,00	0,20	93,00
6	SP3 A	3,85	21,79	43,06	31,31	0,02	5,00
7	SP3 B	8,63	28,13	30,98	32,27	0,03	43,00
8	SP4 A	5,80	84,37	9,84	0,00	0,60	16,00
9	SP4 B	7,99	83,77	8,25	0,00	0,50	9,00

Berdasarkan persentase komposisi dapat dilihat bahwa sampel didominasi oleh pasir atau sedimen nonkohesif. Sedangkan sedimen kohesif dapat ditemukan di sekitar muara sungai, yaitu pada titik SP1A dan SP1B (**Gambar 11**), dimana sampel menunjukkan kandungan tanah lempung yang mencapai 60% (**Tabel 19**).

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan tersuspensi total yang dibawa oleh sungai Ciletuh (titik SP1A, **Gambar 11**) adalah sebesar 177 mg/L (**Tabel 19**). Sedangkan untuk sungai Cimalinjung, berdasarkan titik sampel SP3A (**Gambar 18**) yang berada di sekitar muara sungai Cimalinjung, digunakan nilai TSS sebesar 5 mg/L (**Tabel 19**).

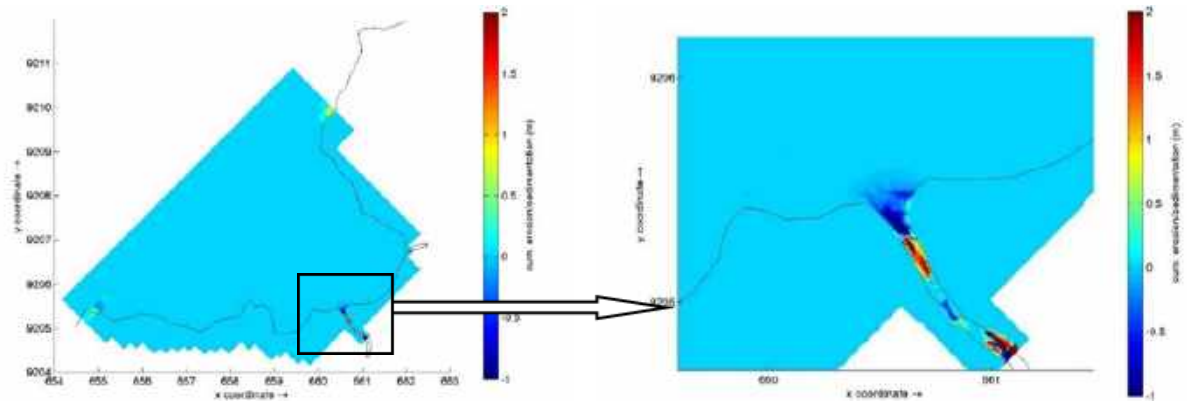
6. Pemodelan Sedimentasi

Pemodelan sedimentasi dilakukan pada 3 kondisi yang berbeda yaitu musim basah, musim kering dan ketika kondisi banjir. Pembagian musim basah dan musim kering ini berdasarkan pola yang ditunjukkan dari hasil perhitungan debit andalan, dimana musim basah terjadi pada bulan Oktober-Maret dan musim kering terjadi pada bulan April-September.

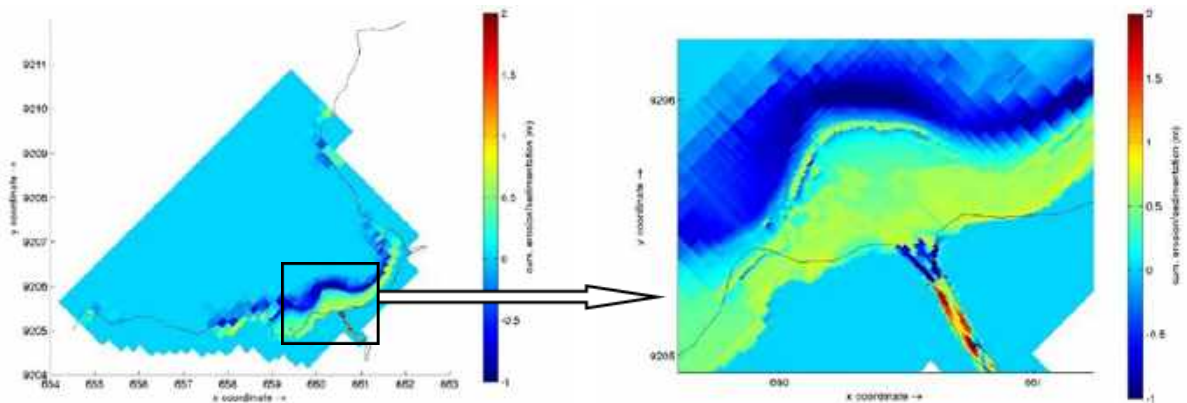
Untuk data debit banjir sungai yang digunakan adalah debit rencana periode ulang 2 tahun dan 25 tahun. Kemudian untuk debit andalan sungai, data yang digunakan adalah rata-rata debit andalan 50% selama musim basah dan musim kering.

Tabel 20. Rekapitulasi data untuk Input pemodelan sedimentasi

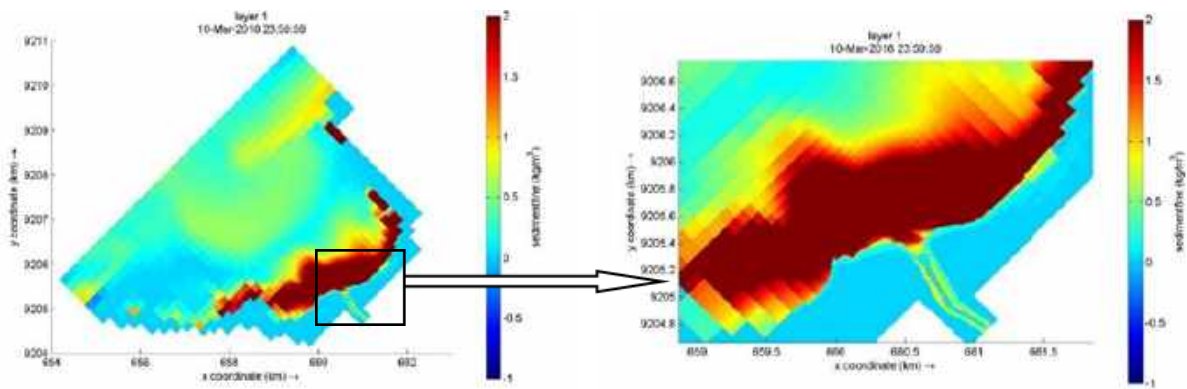
Debit (m ³ /s)	Musim Kering	Musim Basah	Banjir 2 Tahun	Banjir 25 Tahun
DAS Ciletuh	4,369	16,101	79,48	122,34
DAS Ciporeang	0,95	3,857	33,35	53,33
DAS Cimalinjung	1,039	4,219	34,79	50,53
Gelombang				
Hs (m)	0,76	0,631	0,631	0,631
Ts (detik)	3,972	3,435	3,435	3,435
Arah	Selatan	Barat Laut	Barat Laut	Barat Laut
Sedimen				
D ₅₀ (micron)	249	249	249	249
TS S Ciletuh, Ciporeang (kg/m ³)	0,177	0,177	0,177	0,177
TS Cimalinjung (kg/m ³)	0,005	0,005	0,005	0,005
MOR	60	60	1	1
Durasi Pemodelan	3 Hari	3 Hari	1 Hari	1 Hari



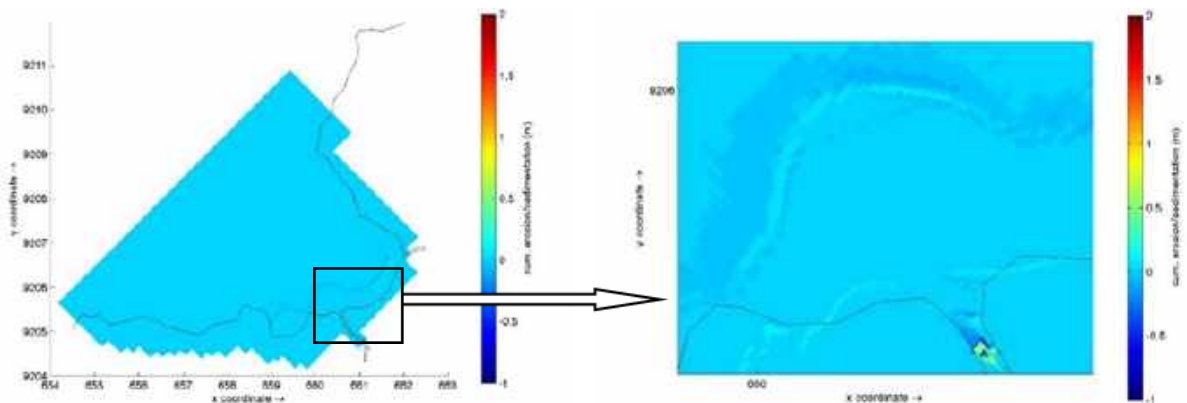
Gambar 12. Hasil pemodelan musim kering



Gambar 13. Hasil pemodelan musim basah



Gambar 14. Hasil pemodelan kondisi banjir 2 tahun



Gambar 15. Hasil pemodelan kondisi banjir 25 tahun

Kemudian input data gelombang, digunakan tinggi dan periode gelombang signifikan yang didapat melalui perhitungan sebelumnya untuk kedua musim. Khusus untuk pemodelan pada kondisi banjir, tinggi dan periode gelombang yang digunakan adalah gelombang signifikan untuk musim basah.

Pemodelan akan dilakukan selama 3 hari untuk musim basah dan musim kering, dan 1 hari pada saat kondisi banjir. Pada Delft3D-FLOW terdapat input nilai *Morphological time scale factor* (MOR). Nilai MOR ini merupakan faktor pengali waktu dalam proses sedimentasi. Dalam kasus kali ini akan dianalisis bagaimana proses sedimentasi selama 1 musim (6 bulan). Namun dalam proses pemodelan dapat dilakukan selama 3 hari saja, dengan menetapkan nilai MOR sebesar 60. Maka pemodelan sedimentasi yang dilakukan selama 3 hari akan sama dengan 180 hari (\pm 6 bulan).

Hasil pemodelan dengan menggunakan parameter diatas memberikan hasil yang mendekati dengan kondisi yang ditemui di lapangan (**Gambar 12** dan **13**).

Pada saat kondisi musim kering, sedimentasi terbesar terjadi di kolam labuh sungai Ciletuh, dimana menjadi tempat para kapal nelayan TPI Ciwaru. Sedimentasi yang terjadi mencapai 2 meter. Sedangkan bagian mulut muara sungai terjadi erosi yang dapat disebabkan oleh arus laut dengan nilai berkisar 0,5 - 1,0 meter (**Gambar 12**).

Pada saat musim basah, terjadi sedimentasi di muara sungai Ciletuh yang mencapai kira-kira 0,5 - 0,8 meter. Sedimentasi terjadi hampir merata di kedua sisi muara. Selain itu pada kolam labuh juga terjadi sedimentasi yang mencapai ketinggian 2 meter (**Gambar 13**).

Pada kondisi banjir periode ulang 2 tahun, terjadi sedimentasi di daerah muara sungai yang mencapai ketinggian 2 meter (**Gambar 14**).

Pada kondisi banjir periode ulang 25 tahun, debit besar yang dibawa sungai Ciletuh mengakibatkan sedimen terhempas melewati muara menuju laut. Sedimentasi terjadi di kolam labuh berkisar di 0,5 meter (**Gambar 15**).

7. Kesimpulan

Dari ketiga hasil pemodelan yang dilakukan dengan kondisi yang berbeda, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Pada saat musim kemarau tidak terjadi sedimentasi yang signifikan di muara sungai Ciletuh. Sedimentasi terkonsentrasi di kolam labuh TPI Ciwaru.
2. Pada saat musim basah merupakan kondisi dimana sedimentasi muara terjadi paling parah dibandingkan kondisi lainnya. Sedimentasi terjadi di kedua sisi mulut muara sungai.

3. Pada kondisi banjir periode ulang 2 tahun, sedimentasi terjadi di sekitar muara sungai Ciletuh dengan ketinggian mencapai 2 meter.
4. Ketika kondisi banjir periode ulang 25 tahun, sedimen dari sungai Ciletuh terhempas melewati mulut muara menuju laut diakibatkan debit yang besar.
5. Hasil pemodelan pada umumnya sesuai dengan kondisi yang ditemui di lokasi studi. Kajian ini dapat dijadikan dasar untuk merencanakan alternatif penanggulangan sedimen yang sesuai bagi Muara Sungai Ciletuh.

Daftar Pustaka

- Adityawan, B M., Tanaka H., dan Mano A., 2014, *Morphological Changes at the Nanakita River Mouth After the Great East Japan Tsunami of 2011*, Coastal Engineering, 86, 14-26.
- Chrysanti, A., Adityawan, B M., Widyaningtyas, Pramono, B Y., Nugroho, J., Zain, K., Haryanto, I., Sulaiman, M., Kurniawan, A., and Tanaka, H., 2019, *Prediction of shoreline change using a numerical model: case of the Kulon Progo Coast, Central Java*, MATEC Web Conf. Volume 270.
- Suntoyo, Ikhwan, H., Zikra, M., Ayu, N S., , Angraeni, G., Tanaka, H., Umeda, M., dan Kure, S., 2015, *Modelling of the COD, TSS, Phosphate and Nitrate Distribution Due to the Sidoarjo Mud Flow into Porong River Estuary*, Procedia Earth and Planetary Science 14, 144-151.
- Badan Standarisasi Nasional, 2016, *SNI 2415-2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, 2016, *SNI 6738-2015 Perhitungan Debit Andalan Sungai dengan Kurva Durasi Debit*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Hanif S W., Rr. Hadiani, R., dan Solichin, 2016, *Penelusuran Banjir Dengan Metode Numerik Daerah Aliran Sungai Ngunggahan Wonogiri*, e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL.
- Thessalonika, Lilis, Y H., dan Fauzi, M., 2018, *Bentuk Distribusi Hujan Jam – Jaman Kabupaten Kampar Berdasarkan Data Satelit*, Jom FTEKNIK, Volume 5 No. 1.