

**BAB IV
HASIL PEMBAHASAN**

4.1. Pengolahan Data

4.1.1. Analisa Debit Kali Porong

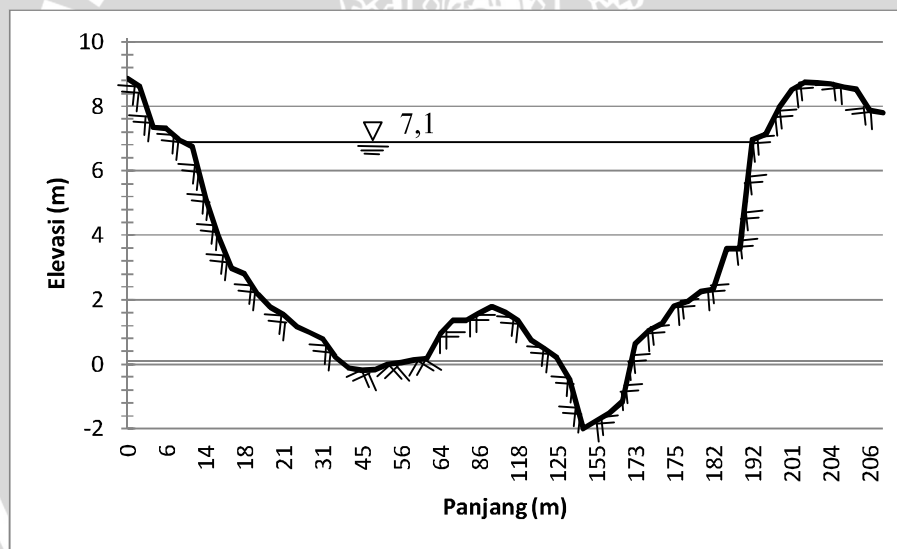
Studi pemodelan pola aliran dan sedimentasi Kali Porong ini dengan melakukan pengolahan data AWLR Stasiun Porong untuk diolah menjadi debit. Data AWLR yang tersedia mulai tahun 2008 – 2011 berupa data AWLR jam-jaman tiap bulan. Data tersebut akan diolah menjadi debit Kali Porong (sesuai dengan pencatatan AWLR Stasiun Porong) menggunakan persamaan *Peil Schaal* Kali Porong, sebagai berikut:

$$Q = 63,6300 (H - 0,3483)^2 \tag{4-1}$$

Dengan:

Q = Debit Kali (m³/detik)

H = Tinggi air di AWLR Kali Porong (m)



Gambar 4.1. Penampang sungai letak AWLR Kali Porong (KP 153)
Sumber: Hasil perhitungan dan pengukuran

Pembacaan data AWLR jam-jaman Kali Porong yang dicantumkan pada lampiran, selanjutnya dilakukan pengolahan data tiap bulan untuk mencari nilai tertinggi, terendah, dan rata-rata.

Dengan melakukan perhitungan, diketahui data tinggi air di AWLR Kali Porong pada bulan Januari sebagai berikut:

- h Maksimum = 4,79 m
- h Rata-rata = 2,54 m

- h Minimum = 1,29 m

Kemudian dari data tinggi air (h) maksimum, minimum, dan rata-rata tersebut dapat disubstitusikan ke persamaan *Peil Schaal* Kali Porong untuk mendapatkan besar debit bulanan Kali Porong.

- Q Maksimum = $63,6300 (4,79 - 0,3483)^2 = 1255,34 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Q Rata-rata = $63,6300 (2,54 - 0,3483)^2 = 306,34 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Q Minimum = $63,6300 (1,29 - 0,3483)^2 = 56,43 \text{ m}^3/\text{detik}$

Selanjutnya perhitungannya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Data AWLR dan debit bulanan Kali Porong

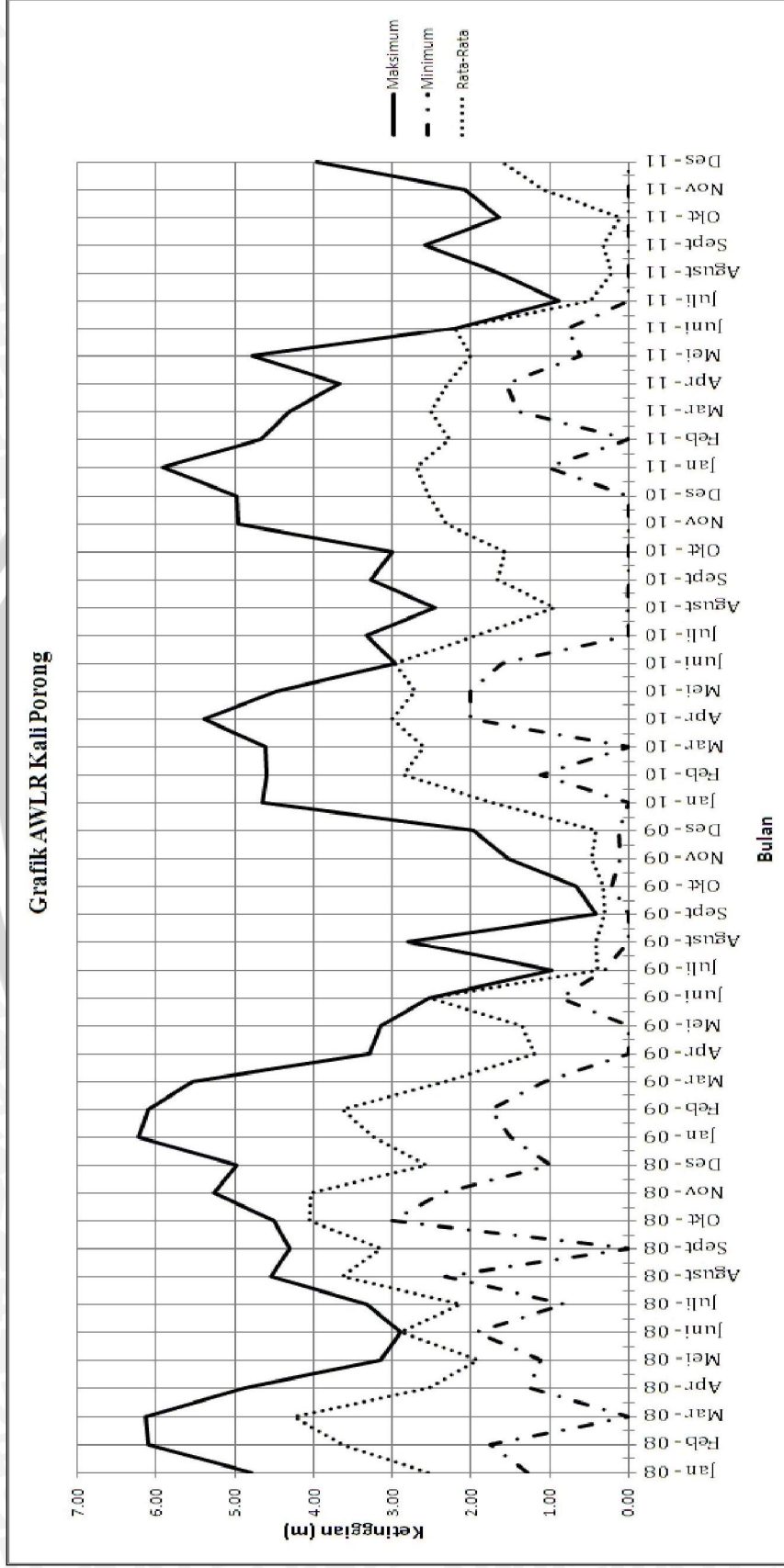
Bulan	Tahun	AWLR (m)			Debit (m ³ /detik)		
		Maksimum	Minimum	Rata-Rata	Maksimum	Minimum	Rata-Rata
Januari	2008	4,79	1,29	2,54	1.255,34	56,43	306,34
Februari		6,10	1,76	3,64	2.105,01	126,81	688,76
Maret		6,13	0,00	4,25	2.127,03	7,72	966,26
April		4,87	1,27	2,53	1.300,96	54,06	302,29
Mei		3,15	1,12	1,92	499,47	37,89	157,77
Juni		2,90	1,93	2,90	414,31	159,29	414,31
Juli		3,32	0,81	2,13	561,92	13,56	202,11
Agustus		4,54	2,34	3,64	1.118,00	252,41	691,07
September		4,30	0,00	3,14	993,64	7,72	495,58
Oktober		4,50	3,00	4,04	1.096,77	447,42	868,50
November		5,27	2,36	4,03	1.541,32	257,51	860,93
Desember		4,98	1,00	2,57	1.365,03	27,02	312,89
Januari	2009	6,23	1,50	3,24	2.201,24	84,40	530,75
Februari		6,10	1,76	3,64	2.105,01	126,81	688,76
Maret		5,54	1,07	2,33	1.715,07	33,14	250,05
April		3,29	0,00	1,19	550,63	7,72	44,66
Mei		3,15	0,00	1,36	499,47	7,72	65,31
Juni		2,53	0,86	2,53	302,87	16,55	302,87
Juli		0,97	0,30	0,39	24,59	0,15	0,12
Agustus		2,80	0,00	0,40	382,47	7,72	0,20
September		0,41	0,00	0,30	0,24	7,72	0,17
Oktober		0,66	0,21	0,33	6,18	1,22	0,03
November		1,54	0,11	0,46	90,36	3,61	0,83
Desember		1,97	0,13	0,41	167,34	3,03	0,25

Sumber: Hasil Perhitungan

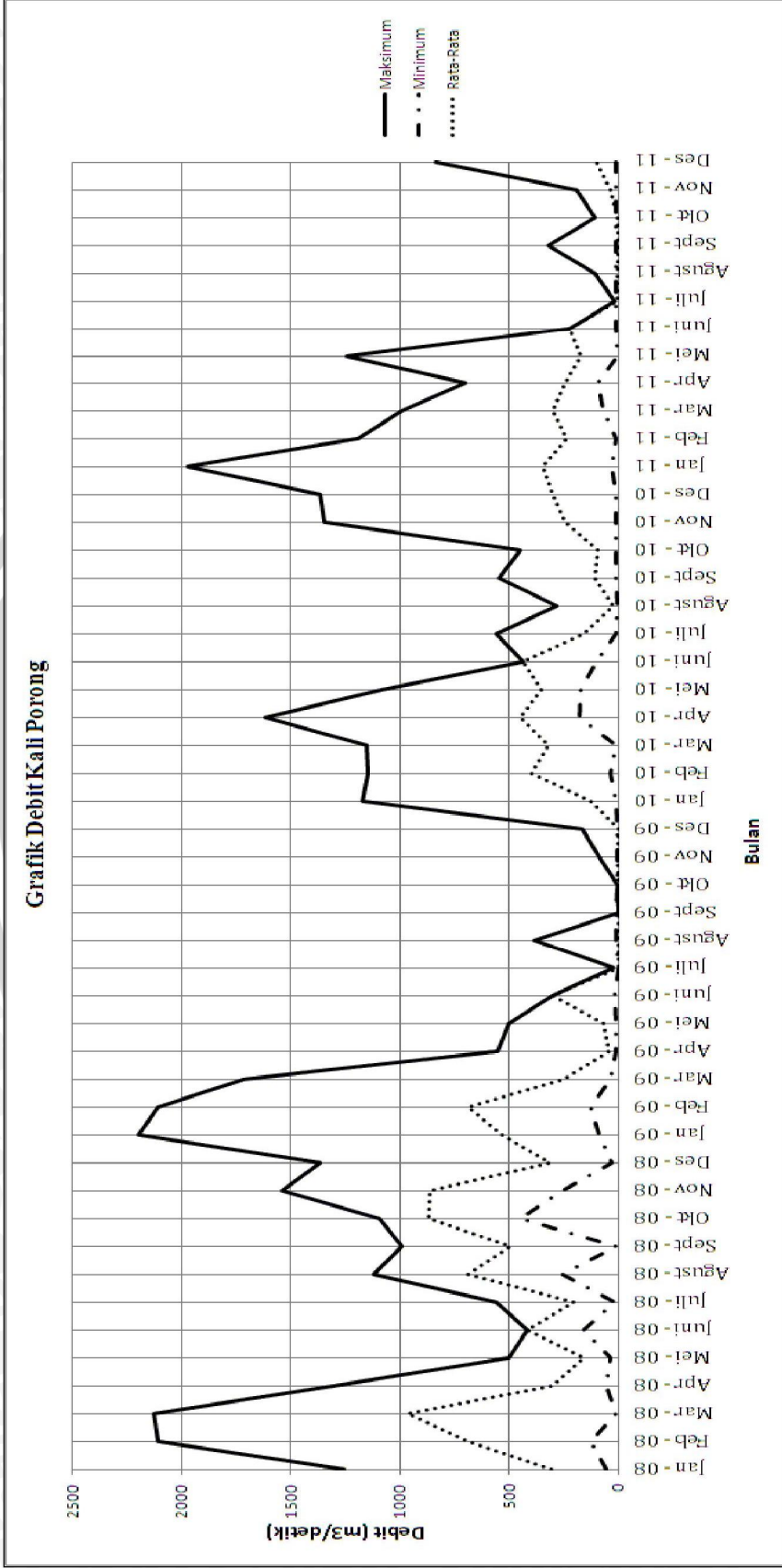
Bulan	Tahun	AWLR (m)			Debit (m ³ /detik)		
		Maksimum	Minimum	Rata-Rata	Maksimum	Minimum	Rata-Rata
Januari	2010	4,64	0,00	1,74	1.171,98	7,72	123,14
Februari		4,59	1,11	2,86	1.144,83	36,92	399,93
Maret		4,61	0,00	2,60	1.155,65	7,72	323,06
April		5,39	2,01	3,01	1.617,39	175,70	450,78
Mei		4,47	2,00	2,71	1.080,97	173,59	355,51
Juni		2,97	1,62	2,97	437,35	102,21	437,35
Juli		3,32	0,00	1,93	561,92	7,72	159,98
Agustus		2,46	0,02	0,93	283,74	6,86	21,62
September		3,27	0,00	1,65	543,17	7,72	108,22
Oktober		3,01	0,00	1,58	450,80	7,72	96,32
November		4,95	0,00	2,31	1.347,41	7,72	243,81
Desember		4,98	0,00	2,52	1.365,03	7,72	301,45
Januari	2011	5,92	1,03	2,69	1.975,32	29,57	348,26
Februari		4,67	0,00	2,28	1.188,42	7,72	236,77
Maret		4,30	1,40	2,52	993,64	70,38	299,49
April		3,67	1,56	2,30	702,07	93,42	242,19
Mei		4,77	0,61	2,00	1.244,06	4,36	174,43
Juni		2,21	0,77	2,21	220,54	11,39	220,54
Juli		0,88	0,00	0,48	17,99	7,72	1,09
Agustus		1,65	0,00	0,22	107,82	7,72	1,09
September		2,59	0,00	0,32	319,75	7,72	0,04
Oktober		1,64	0,00	0,10	106,17	7,72	3,95
November		2,08	0,00	1,08	190,81	7,72	34,32
Desember		3,97	0,00	1,61	834,62	7,72	101,40

Sumber: Hasil Perhitungan





Gambar 4.2. Tinggi muka air di AWLR Kali Porong
Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.3. Grafik debit bulanan Kali Porong
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari perhitungan debit Kali Porong di atas, dapat diketahui debit maksimum, minimum, dan rata-rata yang digunakan untuk simulasi sebagai berikut:

Debit Kali Porong	m ³ /detik
Maksimum	2.201,24
Minimum	447,42
Rata-rata	966,26

4.1.2. Analisa Debit Buangan Lumpur Sidoarjo ke Kali Porong

Lumpur panas Sidoarjo diperkirakan telah keluar lebih dari 100 juta m³ dan belum ada tanda-tanda berhenti dalam waktu dekat. Dalam perkembangannya, agar penanganan luapan lumpur lebih efektif dialirkan ke Kali Porong, diterbitkan Perpres Nomor 40 Tahun 2009 yang mengatur upaya penanggulangan semburan lumpur dan penanganan lumpur ke Kali Porong dialihkan dari PT. Lapindo Brantas ke BPLS dengan biaya APBN. Dengan terbitnya Perpres Nomor 40 Tahun 2009, maka kegiatan penanganan semburan dan luapan lumpur dalam satu manajemen, yaitu BPLS.

Sampai dengan awal tahun 2010, walaupun kadarnya tidak setinggi seperti pada akhir tahun 2007 dan 2008, masih terjadi pro kontra penggunaan Kali Porong sebagai media pengaliran lumpur ke laut. Ada pihak yang setuju karena mempertimbangkan alur Kali Porong telah tersedia, daya air Kali Porong yang sangat besar di musim hujan dan biaya operasi dan pemeliharaan yang tidak besar. Masyarakat yang tidak setuju sangat khawatir terhadap kemungkinan endapan lumpur yang mengeras akan menyebabkan kapasitas Kali Porong menurun dan mengganggu aliran banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas sehingga dapat mengakibatkan banjir di Sidoarjo, Mojokerto, dan bahkan Surabaya.

Dengan berjalannya waktu, dapat diketahui bahwa sumber daya air yang berada di Kali Porong pada musim penghujan sangat besar sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengalirkan lumpur ke laut. (Anonim, 2012:5)

Lumpur dari kolam utama dialirkan ke Kali Porong dengan menggunakan pompa-pompa lumpur melalui sitem perpipaan. Hingga akhir bulan Desember 2010, volume lumpur padat (basah, belum kering oven) yang dipompa ke Kali Porong mencapai 9.326.121 m³. Lumpur padatan tersebut terdiri slurry = 30% sedimen dan 70% air.

Tabel 4.2. Data volume semburan lumpur Sidoarjo

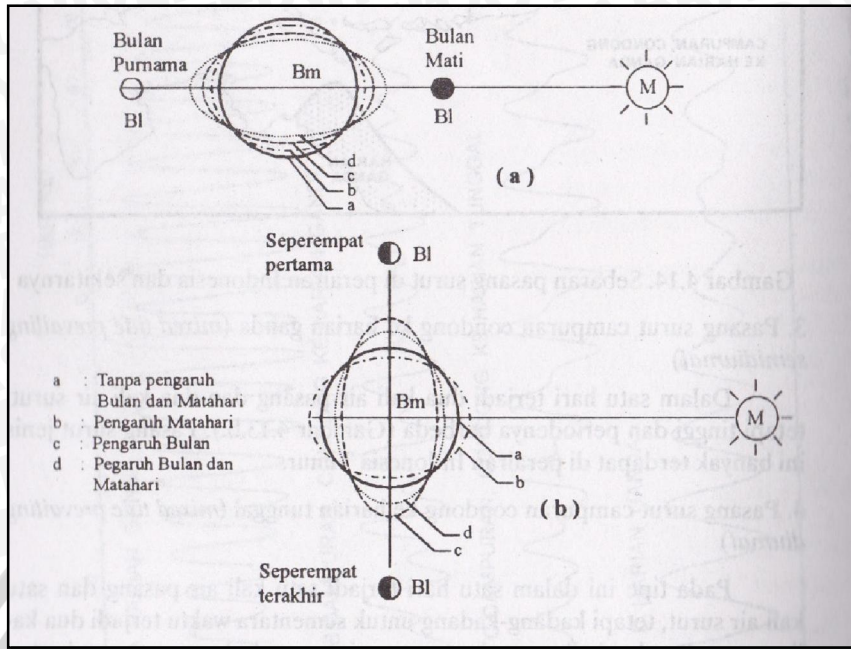
Bulan	Volume/bulan (m ³ /bulan)	
Mei	284.412	
Juni	1.163.058	
Juli	1.371.155	
Agustus	734.700	
September	880.576	
Oktober	1.684.595	
November	1.574.696	
Desember	1.632.929	
jumlah	9.326.121	
rata - rata	1.165.765	0,45 m ³ /detik
Maksimum	1.684.595	0,65 m ³ /detik
Minimum	284.412	0,11 m ³ /detik

Sumber: Anonim (2012:123)

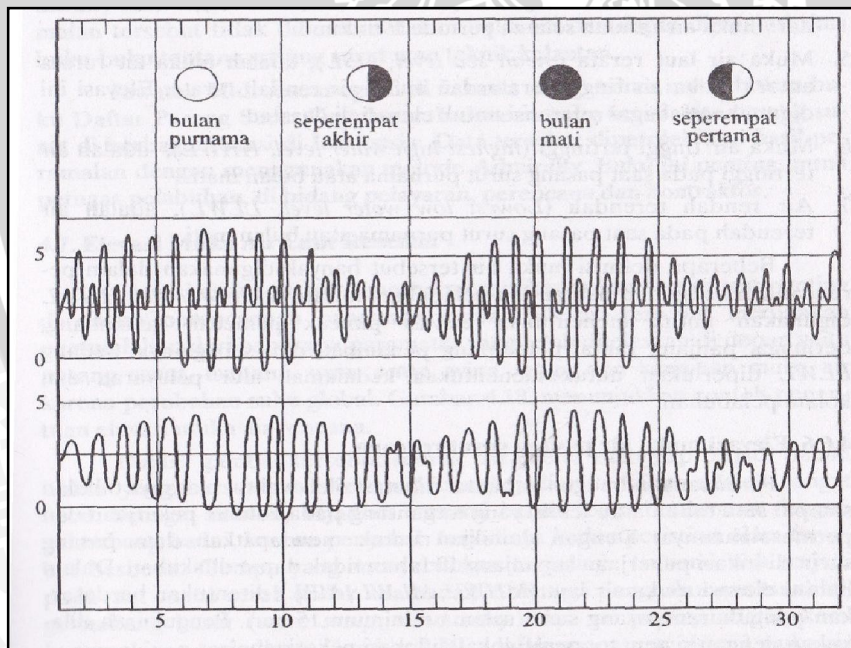
4.1.3. Analisa Data Pasang Surut di Muara Kali Porong

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut krena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari.

Proses terjadinya pasang surut purnama dan perbani ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Dengan adanya gaya tarik bulan dan matahari maka lapisan air semula berbentuk bola berubah menjadi elips. Karena peredaran bumi dan bulan pada orbitnya, maka posisi bumi – bulan – matahari selalu berubah setiap saat. Revolusi bulan terhadap bumi ditempuh dalam waktu 29,5 hari (jumlah hari dalam satu bulan menurut kalender tahun kamariah, yaitu tahun yang didasarkan pada peredaran bulan). Pada setiap sekitar tanggal 1 dan 15 (bulan muda dan bulan purnama) posisi bumi – bulan – matahari kira-kira berada pada satu garis lurus, sehingga gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memperkuat. Dalam keadaan ini terjadi pasang surut purnama (pasang besar, *spring tide*), dimana tinggi pasang surut sangat besar dibanding pada hari-hari yang lain. Sedangkan pada sekitar tanggal 7 dan 21 (seperempat dan tiga perempat revolusi bulan terhadap bumi) dimana bulan dan matahari membentuk sudut siku-siku terhadap bumi, maka gaya tarik bulan terhadap bumi saling mengurangi. Dalam keadaan ini terjadi pasang surut perbani (pasang kecil, *neap tide*) dimana tinggi pasang surut kecil dibanding dengan hari-hari yang lain. (Triatmojo, 2006:122)

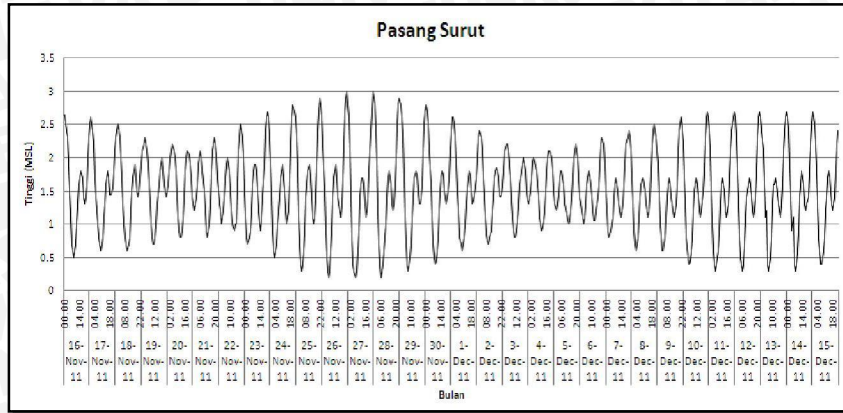


Gambar 4.4. Kedudukan bumi – bulan – matahari saat pasang purnama (a) dan pasang Perbani (b)
 Sumber: Triatmojo (2006:122)



Gambar 4.5. Variasi pasang surut karena perubahan posisi bumi – bulan – matahari
 Sumber: Triatmojo (2006:123)

Data pasang surut diambil dari *website* pasanglaut.com. Pencatatan pasang surut selama 30 hari dari tanggal 16 November – 30 November 2011.



Gambar 4.6. Pasang surut air laut
Sumber: Pasanglaut.com

Dari grafik gambar di atas dapat diperoleh detail pasang surut air laut di Muara Kali Porong yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.3. Pasang surut air laut

Jenis pasang surut	Ketinggian (MSL)	Tanggal/jam
Pasang Purnama	3,0	27 November 2011/23.00
Pasang Perbani	2,1	20 November 2011/19.00
Surut Purnama	0,2	28 November 2011/07.00
Surut Perbani	1,2	21 November 2011/01.00

Sumber: Pasanglaut.com

4.1.4. Simulasi Model

Simulasi yang akan digunakan untuk memodelkan Kali Porong menggunakan data-data yang telah disebutkan diatas. Berikut simulasi yang digunakan

Tabel 4.4. Skenario *Running* Model Sebelum Pengaliran Lumpur ke Kali Porong

Skenario	Debit Inflow Kali Porong (m ³ /debit)
1	Maksimum 2.201,24
2	Minimum 447,42
3	Rerata 966,26

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.5. Skenario *Running* Model Sesudah Pengaliran Lumpur ke Kali Porong

Skenario	Debit Sedimen Buangan ke Kali Porong (m ³ /debit)		Debit Inflow Kali Porong (m ³ /debit)	
1	Maksimum	0,65	Maksimum	2.201,24
2	Maksimum	0,65	Minimum	447,42
3	Maksimum	0,65	Rerata	966,26
4	Minimum	0,11	Maksimum	2.201,24
5	Minimum	0,11	Minimum	447,42
6	Minimum	0,11	Rerata	966,26
7	Rerata	0,45	Maksimum	2.201,24
8	Rerata	0,45	Minimum	447,42
9	Rerata	0,45	Rerata	966,26

Sumber: Hasil perhitungan

Sehingga untuk memudahkan penamaan dan pengerjaan maka dibuatlah tabel sebagai berikut:

Model A	Simulasi 720 Jam Sebelum Pengaliran Lumpur ke Kali Porong
Model B	Simulasi 24 Jam Sebelum Pengaliran Lumpur ke Kali Porong
Model C	Simulasi 720 Jam Sesudah Pengaliran Lumpur ke Kali Porong
Model C	Simulasi 24 Jam Sesudah Pengaliran Lumpur ke Kali Porong

4.2. Analisa Pemodelan Hidrodinamika (RMA2 dan SED2D)

4.2.1. Kondisi Batas

Sesuai dengan batasan masalah, pemodelan ini menggunakan program SMS (*Surface Water Modeling System*). Kali Porong membentang sepanjang 60 km dari Stasiun Pengukuran Tinggi Air Porong dan bermuara di pesisir Timur Laut pantai Sidoarjo di Selat Madura (Delta Sidoarjo) dengan waktu simulasi selama 30 hari (720 jam) dan 1 hari (24 jam)

4.2.2. Hasil Pemodelan RMA2

4.2.2.1. Simulasi 720 Jam Sebelum Pengaliran Lumpur ke Kali Porong (Model A)

Dalam lingkup studi kali ini yang dimodelkan dalam modul RMA2 adalah kecepatan aliran, arah vektor aliran dan profil aliran akibat pengaruh muka air pasang surut. Simulasi dilakukan 3 kali dengan variasi debit Kali Porong Q_w maksimum, rata-rata, dan minimum sebelum adanya pengaliran lumpur ke Kali Porong. Berikut hasil running RMA2 selama 30 hari (720 jam):