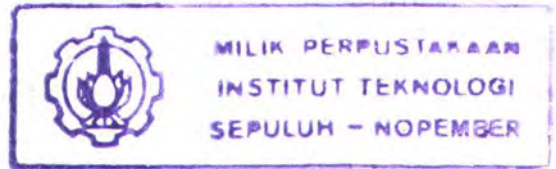


20.072/H/04

TUGAS AKHIR
(KL 1702)



**PEMODELAN TRANSPOR SEDIMEN
DI PANTAI KEDUNG SEMAT, JEPARA JAWA TENGAH
DENGAN SOFTWARE SURFACE-WATER
MODELING SYSTEM (SMS)**



RSke
551-303
Muz
P-1
2004

Oleh :

AHMAD MUZAKKI
4398.100.012

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	10-2-2004
Terima Dari	H/
No. Agenda Prp.	29909

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004**

**PEMODELAN TRANSPOR SEDIMEN
DI PANTAI KEDUNG SEMAT, JEPARA JAWA TENGAH
DENGAN SOFTWARE SURFACE-WATER
MODELING SYSTEM (SMS)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memperoleh Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Wahyudi, MSc.
NIP. 131 842 502



Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Handayanu, MSc.
NIP. 131 782 032

Abstrak

Sedimentasi yang terjadi di sepanjang pantai menyebabkan perubahan garis pantai. Gerakan sedimen di sepanjang pantai dapat mengakibatkan berkurang/bertambahnya material pantai. Dalam Tugas Akhir ini mengkaji pola arus dan pola sedimen dengan menggunakan software SMS (Surface-water Modeling System) versi 6.0. Pola arus yang terjadi di Pantai Kedung Semat pada kondisi HWL mempunyai kecepatan maksimum sebesar $3.49\text{E-}02$ m/s, kondisi MSL mempunyai kecepatan maksimum sebesar $2.6\text{E-}02$ m/s. Pola penyebaran konsentrasi sedimentasi terbesar terjadi pada setiap titik muara sungai. Konsentrasi rata-rata pada kondisi HWL sebesar $6.48\text{E-}03$ kg/m³, pada kondisi MSL sebesar $6.54\text{E-}03$ kg/m³, pada kondisi MSL sebesar $6.58\text{E-}03$ kg/m³. Besar perubahan kontur dasar laut pada kondisi HWL sebesar 17.68 mm, pada kondisi MSL sebesar 7.03 mm dan pada kondisi LWS sebesar 6.12 mm selama 15 hari. Dari hasil simulasi tersebut selanjutnya divalidasi dengan hasil penelitian perubahan garis pantai dan hasil perhitungan dengan metode CERC. Hasil simulasi dan validasi menunjukkan bahwa pantai Kedung Semat bagian utara mengalami erosi dan pantai bagian selatan terjadi pengendapan (sedimen). Transpor sedimen tersebut akibat adanya arus tegak lurus pantai (cross current) dan arus sepanjang pantai (longshore current) berlangsung terus-menerus sehingga menyebabkan perubahan garis pantai Kedung Semat.

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang terdalam penulis panjatkan kehadiran Allah Swt, karena hanya dengan rahmat, karunia, dan ridlo-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul **Pemodelan Transpor Sedimen Pantai Kedung Semat Jepara Jawa Tengah dengan Software Surface-water Modeling System (SMS)**.

Sebagai manusia yang tak bisa lepas dari kesalahan, penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna, untuk itu diperlukan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan di masa mendatang, akhir kata penulis berharap semoga karya ini bermanfaat untuk pembaca.

Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

1. Bapak, Ibu dan adikku atas segala dorongan moral, cinta kasih, semangat, kepercayaan, pengertian dan kesabaran yang telah diberikan pada penulis.
2. Bapak Ir. Wahyudi, M.Sc. dan Bapak Ir. Handayanu, M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, atas ide, pemikiran, ilmu dan waktu yang diberikan untuk mengarahkan dan memberi nasehat serta kesabaran membimbing dalam proses menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Imam Rhochani, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan, FTK - ITS.

4. Prof. Dr. Ir. W.A. Pratikto, M.Sc. terima kasih atas bantuannya di awal perkuliahan serta nasehat yang diberikan kepada penulis.
5. Teman-temanku Laut '98, Indah, Milka, Diah 'keceng', Masumamah, Thia, Lidya terima kasih atas bantuan kalian. Ario 'Punk', Teguh, Lalu, Sindhu, Fonda, Sulung, Rendra, Rouf, Donny, Iwan, Panggi, Yusuf, Yossi, Kadafi, Udin, Budi, Dikor, Djat, Bun², Medi dan yang lainnya terima kasih atas kebersamaannya selama kuliah di Kelautan tercinta.
6. Mas Hari '96, Mas Sigit '97, terima kasih atas bantuan dan ilmu SMS-nya, semoga ilmunya tetap diamalkan kepada adik-adik.

Surabaya, Januari 2004

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	<i>i</i>
Kata Pengantar	<i>ii</i>
Daftar Isi	<i>iv</i>
Daftar Gambar	<i>vii</i>
Daftar Tabel	<i>x</i>

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	I – 1
1.2 Permasalahan	I – 2
1.3 Tujuan	I – 3
1.4 Manfaat	I – 3
1.5 Batasan Masalah	I – 4
1.6 Sistematika Penulisan	I – 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	II – 1
2.2 Landasan Teori	II – 3
2.2.1 Angin	II – 3
2.2.2 Gelombang.....	II – 5
2.2.3 Arus Dekat Pantai	II – 9
2.2.4 Pasang Surut	II – 11
2.2.5 Pengaruh Kondisi Lingkungan terhadap Proses Sedimentasi.....	II – 11

2.2.6 Sedimentasi	II - 14
2.2.6.1 Sedimen Pantai	II - 14
2.2.6.2 Mekanisme Sedimen Pantai oleh Gelombang .	II - 18
2.2.6.3 Transpor Sedimen Pantai	II - 20
2.2.7 Pemodelan dengan Software SMS	II - 23
2.2.7.1 Analisa Pola Arus	II - 23
2.2.7.2 Analisa Pola Sedimen.....	II - 25
2.2.8 Perhitungan Sedimentasi dan Perubahan Garis	
Pantai dengan CERC	II - 26

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir	III - 1
3.2 Penjelasan.....	III - 1
3.3 Simulasi dengan Software SMS 6.0	III - 5
3.3.1 Modul Pendukung Software SMS 6.0	III - 5
3.3.2 Pembuatan Model pada Software SMS 6.0	III - 5
3.4 Validasi.....	III - 6
3.5 Kesimpulan	III - 7

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Lokasi Studi	IV - 1
4.1.1 Kondisi Umum Pantai Kedung Semat - Jepara	IV - 1
4.1.2 Topografi dan Bathimetri.....	IV - 2
4.1.3. Pasang Surut	IV - 3
4.1.4. Kondisi Umum Sungai	IV - 4

4.2. Pemodelan Kondisi Eksisting	IV - 5
4.2.1 Pembuatan Model Kontur Pantai Kedung Semat	IV - 5
4.2.2 Penginputan Kondisi Batas	IV - 7
4.3 Analisa Pola Arus	IV - 9
4.3.1 Analisa Pola Arus	IV - 9
4.3.2 Kecepatan dan Arah Arus	IV - 11
4.4 Analisa Pola Sedimentasi	IV - 12
4.4.1 Pola Sedimentasi	IV - 12
4.4.2 Perubahan Kontur Dasar Laut	IV - 15
4.4.3 Perubahan Geometri	IV - 17
4.5 Validasi	IV - 20
4.5.1 Perubahan Garis Pantai	IV - 20
4.5.2 Analisa dengan Metode CERC	IV - 20
4.5.3 Laju Sedimentasi	IV - 29
4.6 Pembahasan.	IV - 32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.	V - 1
5.2 Saran	V - 2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penentuan tinggi gelombang pecah	II - 8
Gambar 2.2 Penentuan kedalaman gelombang pecah	II - 8
Gambar 2.3 Pengaruh konsentrasi suspensi terhadap kecepatan endap	II - 15
Gambar 2.4 Pengaruh tegangan geser terhadap gerak sedimen dasar	II - 19
Gambar 2.5 Awal gerak sedimen karena pengaruh gelombang	II - 20
Gambar 2.6 Konsentrasi sedimen, arus dan transpor sepanjang pantai	II - 22
Gambar 2.7 Pembagian garis pantai dalam beberapa pias/sel	II - 17
Gambar 2.8 Pembagian pantai menjadi sejumlah sel dan perubahan garis pantai	II - 17
Gambar 2.9 Hubungan antara α_o , α_i , dan α_b	II - 17
Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan	III - 4
Gambar 4.1 Peta lokasi penelitian	IV - 1
Gambar 4.2 Peta Bathimetri Pantai Kedung Semat	IV - 2
Gambar 4.3 Pola Kontur titik (node) Pantai Kedung Semat	IV - 5
Gambar 4. 4 Mesh Elemen Model Pantai Kedung Semat.jumlah titik model kontur (Inzet)	IV - 6
Gambar 4. 5 Mesh Elemen Model Pantai Kedung Semat	IV - 7
Gambar 4. 6 Contoh grafik input dari data pasang surut	IV - 8

Gambar 4. 7 Contoh grafik input dari data debit sungai	IV - 8
Gambar 4. 8 Hasil input model kontur dan kondisi batas	IV - 9
Gambar 4. 9 Pola arus pada kondisi pasang tertinggi (HWL)	IV - 10
Gambar 4. 10 Pola arus pada kondisi muka air laut rerata (MSL)	IV - 10
Gambar 4. 11 Pola arus pada kondisi surut terendah (LWS)	IV - 11
Gambar 4. 12 Letak node kecepatan arus maksimum, kecepatan arus rata-rata dan kecepatan arus minimum . . .	IV - 12
Gambar 4. 13 Pola sedimentasi pada kondisi HWL	IV - 13
Gambar 4. 14 Pola sedimentasi pada kondisi MSL	IV - 13
Gambar 4. 15 Pola sedimentasi pada kondisi LWS	IV - 14
Gambar 4. 16 Perubahan kontur dasar laut pada kondisi HWL ...	IV - 15
Gambar 4. 17 Perubahan kontur dasar laut pada kondisi MSL ...	IV - 16
Gambar 4. 18 Perubahan kontur dasar laut pada kondisi LWS ...	IV - 16
Gambar 4. 19 Kondisi geometri sebelum simulasi	IV - 17
Gambar 4. 20 Kondisi geometri sesudah simulasi	IV - 17
Gambar 4. 21 Elevasi (kedalaman) pada node 332 kondisi geometri sebelum simulasi	IV - 18
Gambar 4. 22 Elevasi (kedalaman) pada node 332 kondisi geometri sesudah simulasi	IV - 18
Gambar 4. 23 Elevasi (kedalaman) pada node 1718 kondisi geometri sebelum simulasi	IV - 19

Gambar 4. 24 Elevasi (kedalaman) pada node 1718 kondisi geometri sesudah simulasi	IV - 19
Gambar 4. 25 Perubahan garis pantai Kedung Semat	IV - 20
Gambar 4. 26 Kondisi awal pantai Kd. Semat dengan metode CERC	IV - 23
Gambar 4. 27 Grafik perubahan garis pantai Kedung Semat Jepara arah angin dari barat laut selama 10 tahun	IV - 25
Gambar 4. 28 Grafik perubahan garis pantai Kedung Semat Jepara arah angin dari barat selama 10 tahun	IV - 26
Gambar 4. 29 Grafik perubahan garis pantai Kedung Semat Jepara arah angin Barat Laut selama 10 tahun terhadap pias	IV - 27
Gambar 4. 30 Grafik perubahan garis pantai Kedung Semat Jepara arah angin dari Barat selama 10 tahun terhadap pias	IV - 28
Gambar 4. 31 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Utara.	IV - 30
Gambar 4. 32 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Barat laut	IV - 30
Gambar 4. 33 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Barat	IV - 31
Gambar 4. 34 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Barat Daya	IV - 31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi ukuran butir dan sedimen	II - 17
Tabel 4. 1	Konstanta pasang surut metode Admiralty pantai Kedung Semat.	IV - 4
Tabel 4. 2	Hasil perhitungan analisa refraksi gelombang pantai Kedung Semat.	IV - 13
Tabel 4. 3	Besarnya volume penyebaran konsentrasi sedimen selama 15 hari.	IV - 13
Tabel 4. 4	Letak node terjadinya penyebaran konsentasi sedimen.	IV - 14
Tabel 4. 5	Besar perubahan kontur dasar laut selama 15 hari	IV - 15
Tabel 4. 6	Hasil perhitungan analisa refraksi gelombang pantai Kedung Semat	IV - 21
Tabel 4. 7	Perhitungan laju sedimentasi dari berbagai arah datang gelombang	IV - 29



BAB I
PENDAHULUAN

Dear Boy and Girl, will you read my book...?

If there's anything that you want, if there's anything I can do ...

BAB I

PENDAHULUAN

Pantai merupakan batas yang berhubungan langsung dengan air laut, dimana telah terjadi proses interaksi secara langsung dan dinamis antara angin, air dan material (tanah). Secara fisik perubahan garis pantai sangat dipengaruhi oleh interaksi antara angin, gelombang, arus, pasang surut, jenis dan karakteristik dari material pantai yang meliputi bentuk, ukuran partikel dan distribusinya disepanjang pantai sehingga mempengaruhi proses sedimentasi di sepanjang pantai.

Perkembangan pemodelan secara numerik sekarang ini dapat digunakan untuk digunakan untuk memprediksikan pola transpor sedimen. Pemodelan numerik dilakukan dengan menyelesaikan persamaan-persamaan yang menggambarkan fenomena gelombang dan arus. Pemodelan tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan bantuan software komputer yaitu *Surface-water Modeling System (SMS)*. SMS merupakan software komputer untuk memodelkan kondisi permukaan air misalnya : pola arus, penyebaran polutan, pola sedimentasi dan sebagainya.

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada dasarnya perubahan pantai yang meliputi proses erosi dan akresi. Erosi pada sekitar pantai dapat terjadi apabila angkutan sedimen yang keluar atau pindah meninggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan

angkutan sedimen yang masuk. Sebaliknya akresi terjadi apabila sedimentasi yang keluar lebih kecil jumlahnya dibandingkan yang masuk wilayah itu. Fenomena tersebut tergantung pada karakteristik dari material dasar pantai dan pengaruh dari gelombang dan arus. Dan jika pada dasar laut terdiri atas material yang mudah bergerak, maka gelombang dan arus akan mudah mengaduk dan membawa material tersebut searah dengan arus (erosi).

Pantai Kedung Semat-Jawa Tengah merupakan bagian dari pantai Jepara-Lohbener, yang sebagian besar merupakan daerah pemukiman penduduk dan daerah budidaya perikanan (tambak). Kawasan pantai ini pada lokasi bagian utara telah mengalami erosi dan lokasi bagian selatan terjadi sedimentasi. Proses-proses pantai (sedimentasi dan erosi) yang terjadi di pantai Kedung Semat - Jepara Jawa Tengah yang memiliki panjang garis pantai sekitar ± 10 km menyebabkan kerusakan pantai, dimana daerah sekitar pantai merupakan daerah pemukiman penduduk, daerah pertanian dan perikanan. Perubahan garis pantai tersebut mengakibatkan kerusakan di beberapa tempat, banyaknya sungai di sekitar pantai sebagai penghasil sedimen yang menyebabkan terjadinya erosi dan akresi sepanjang pantai. Sehingga apabila hal ini berlangsung maka akan mengurangi fungsi pantai dan dapat mengancam hidup masyarakat sekitar.

1.2 Permasalahan

Pola sedimentasi akan mempengaruhi perencanaan pembangunan struktur disepanjang pantai, karena sedimentasi dapat menimbulkan erosi dan akresi pada pantai. Permasalahan yang akan diangkat pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana model pola arus di Pantai Kedung Semat-Jepara Jawa Tengah.
2. Bagaimana model pola transpor sedimen di Pantai Kedung Semat-Jepara Jawa Tengah.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Mendapatkan model pola arus di Pantai Kedung Semat-Jepara Jawa Tengah.
2. Mendapatkan model pola transpor sedimen di Pantai Kedung Semat-Jepara Jawa Tengah.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui pola arus yang menyebabkan sedimentasi di Pantai Kedung Semat-Jepara Jawa Tengah.
2. Mengetahui penyebab terjadinya sedimentasi di Pantai Kedung Semat - Jepara Jawa Tengah.
3. Dapat memberikan alternatif solusi penanganan dan meminimalkan masalah yang terjadi pada proses perubahan pantai.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan masalah, maka permasalahan hanya dibatasi pada :

1. Lokasi penelitian pada Pantai Kedung Semat – Jepara Jawa Tengah.
2. Software pemodelan yang dipakai adalah Surface-Water Modelling System (SMS) version 6.0.
3. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapat dari instansi atau sumber-sumber lain yang ada di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang akan digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab I. Pendahuluan, bab pembuka ini akan menjelaskan latar belakang yang mendukung penulis untuk melakukan penelitian mengenai tema yang diangkat dalam Tugas Akhir. Bab ini juga menjelaskan tentang perumusan masalah yang dihadapi dan tujuan serta manfaat yang akan dicapai. Untuk membatasi permasalahan agar tidak meluas, diberikan batasan masalah. Selanjutnya agar penyusunan Tugas Akhir ini sistematis maka disertakan juga sistematika penulisan Tugas Akhir.

Bab II. Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori, bab ini berisi tentang tinjauan pustaka yang berkenaan dengan tema masalah yang diangkat dan berpedoman pada buku-buku, paper, artikel, penelitian dan berbagai sumber lainnya yang berhubungan dengan tema penelitian yang diangkat yaitu mengenai pemodelan dengan software SMS.

Bab III. Metodologi Penelitian, bab ini akan menjelaskan mengenai metodologi yang digunakan penulis untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Adapun metodologi ini berisi tentang langkah-langkah pengerjaan Tugas Akhir yang meliputi studi literatur, pengumpulan data-data awal, analisa data, membuat pemodelan, running software SMS, dan terakhir adalah mengambil kesimpulan dari hasil pengerjaan Tugas Akhir ini.

Bab IV. Analisa Data dan Pembahasan, pada bab ini berisi spesifikasi data yang akan digunakan dalam penelitian yaitu data angin, data pasang surut, dan data-data lingkungan lainnya yang mendukung. Selanjutnya dilakukan running Software SMS untuk analisa pola arus dan pola sedimentasi Setelah proses running selesai, langkah berikutnya adalah memperbandingkan hasil pengukuran dilapangan dengan hasil pemodelan untuk melakukan validasi.

Bab V. Kesimpulan dan Saran, bab ini menjelaskan mengenai hasil dan kesimpulan yang dapat ditarik setelah dilakukan penelitian sehubungan dengan masalah yang telah ditentukan pada bab I. Juga diberikan saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Don't wanna go to school to learn to read n write ...

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi daerah yang terletak diatas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai.

Pantai selalu menyesuaikan bentuk profilnya untuk meredam energi gelombang yang datang. Penyesuaian ini merupakan bentuk tanggapan dinamis alami pantai terhadap laut. Seringkali pertahanan alami pantai ini tidak dapat menghalangi gelombang yang datang sehingga pantai mengalami erosi yang cukup besar dan tidak dapat kembali ke bentuk semula dalam waktu yang singkat (Triatmodjo, 1999).

Proses dinamis pantai sangat dipengaruhi oleh *littoral* transpor sedimen yang didefinisikan sebagai gerak sedimen di daerah dekat pantai (*nearshore zone*) oleh gelombang dan arus. Pada umumnya gelombang dengan kemiringan besar menggerakkan material ke arah laut, dan gelombang kecil

dengan periode panjang menggerakkan material ke arah darat. Arah transpor sedimen sepanjang pantai sesuai dengan arah gelombang datang dan sudut antara puncak gelombang dan garis pantai. Oleh karena itu, karena arah datang gelombang selalu berubah maka arah transpor sedimen juga berubah dari musim ke musim, hari ke hari, atau dari jam ke jam. Laju transpor sedimen sepanjang pantai tergantung pada sudut datang gelombang, durasi dan energi gelombang (Triatmodjo, 1999).

Suatu pantai mengalami erosi, akresi (sedimentasi) atau tetap stabil tergantung pada sedimen yang masuk dan yang meninggalkan pantai tersebut. Erosi pantai terjadi apabila disuatu pantai yang ditinjau mengalami kehilangan/pengurangan sedimen, artinya sedimen yang terangkut lebih besar dari yang diendapkan (Sorensen, 1978).

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke arah pantai. Sifat-sifat sedimen pantai adalah sangat penting didalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya. Diantara beberapa sifat tersebut, distribusi ukuran partikel adalah yang paling penting.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Angin

Gelombang dilaut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin, gelombang pasang surut, gelombang tsunami dan sebagainya. Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk garis pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai.

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data dipermukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung diatas permukaan laut atau pengukuran didarat didekat lokasi peramalan yang kemudian dikonversi menjadi data angin dilaut. Data angin dicatat tiap jam dan biasanya disajikan dalam tabel. Karena jumlah data angin yang sangat besar, maka harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram yang disebut dengan mawar angin (*wind rose*). Dengan tabel atau mawar angin tersebut maka karakteristik angin dapat dibaca dengan cepat.

Hubungan antara angin diatas laut dan angin di atas daratan terdekat diberikan oleh :

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} \quad (2.1)$$

Setelah dilakukan berbagai konversi kecepatan angin, kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut :

$$U_A = 0,71 R_L^{1,23} \quad (2.2)$$

Dimana : U_W = kecepatan angin diatas daratan

U_L = kecepatan angin diatas laut

U_A = kecepatan angin dalam m/d

Dalam peninjauan pembangkitan gelombang dilaut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (2.3)$$

Dimana :

F_{eff} : fetch rerata efektif

X_i : panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang keujung akhir fetch

α : deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 60 sampai sudut sebesar 420 pada kedua sisi arah angin.

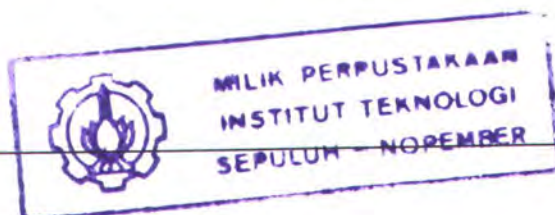
2.2.2 Gelombang

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus didaerah dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone*, *surf zone*, dan *swash zone*. Diantara ketiga daerah tersebut, karakteristik gelombang di *surf zone* dan *swash zone* adalah yang paling penting di dalam analisis proses pantai. Arus yang terjadi pada daerah tersebut sangat tergantung pada arah datang gelombang.

Ada dua sistem arus yang disebabkan oleh gelombang didaerah *nearshore zone* yang mendominasi gerakan air selain gerakan yang disebabkan oleh gelombang secara langsung (Komar, 1976), yaitu :

- a. Sirkulasi sel dengan *rip current* dan *longshore current* yang berasosiasi dengannya.
- b. *Longshore current* yang dihasilkan oleh *oblique wave* yang menjalar kearah pantai.

Sirkulasi sel dengan *rip current* terjadi karena adanya variasi sepanjang pantai dari tinggi gelombang pecah. Gelombang yang pecah pada pantai yang miring akan menyebabkan terjadinya kenaikan gelombang (*wave setup*)



dipantai, yang menaikkan elevasi muka air diatas elevasi muka air diam. Kenaikan gelombang disepanjang pantai adalah tidak sama. Hal ini dapat menyebabkan kemiringan muka air disepanjang pantai yang dapat menimbulkan aliran air disepanjang pantai menuju ketempat dengan muka air lebih rendah. Tempat ini merupakan pertemuan arus sepanjang pantai yang berasal dari sebelah kiri dan kanannya. Sesuai dengan hukum kontinuitas, maka massa air yang menuju ketempat tersebut dibelokkan kembali kearah laut yang membentuk arus yang dikenal dengan *Rip Current*. *Rip current* terjadi pada tempat dimana tinggi gelombang pecah adalah kecil.

Perbedaan tinggi gelombang pecah di sepanjang pantai ini dapat dijelaskan oleh studi refraksi pada daerah yang mempunyai garis kontur tidak teratur. Arus sejajar pantai dimulai dari lokasi penguncupan garis orthogonal, sedang *rip current* terjadi pada daerah dimana garis orthogonal menyebar.

Pada suatu pantai yang panjang dapat terjadi beberapa sirkulasi sel, yang tergantung pada kondisi topografi didaerah tersebut. Komponen-komponen dari sirkulasi sel adalah transpor massa air ke arah darat yang terjadi pada waktu gelombang pecah, arus sejajar pantai, dan *rip current*. *Rip current* ini mempunyai kecepatan yang sangat besar sehingga dapat menyebabkan terbawanya sedimen pantai.

Sedangkan *Longshore Current* adalah arus sepanjang pantai yang ditimbulkan oleh gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi didaerah antara gelombang pecah dan garis pantai (Triatmodjo, 1999). Arus sejajar pantai dapat mengangkut sedimen yang telah

digerakkan (dierosi) oleh gelombang, dan terus terbawa sepanjang pantai. Sedimen yang terangkut tersebut dikenal dengan transpor sedimen sepanjang pantai.

Perhitungan panjang gelombang pada perairan tertentu secara teoritis dapat dihitung dengan rumusan berikut :

$$L_o = gT^2/2\pi = 1.56 T^2 \quad (2.4)$$

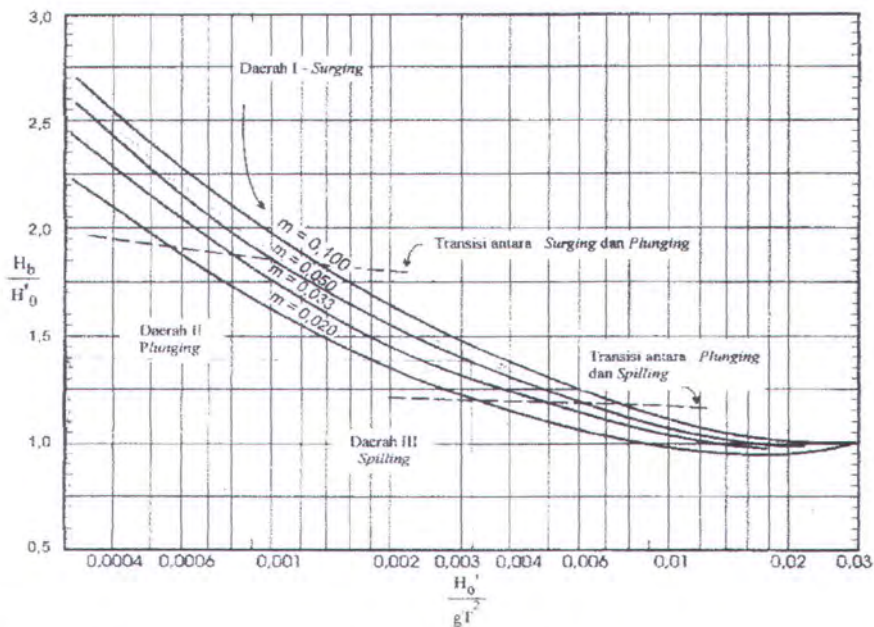
Dimana : L_o = panjang gelombang dilaut dalam

g = percepatan gravitasi

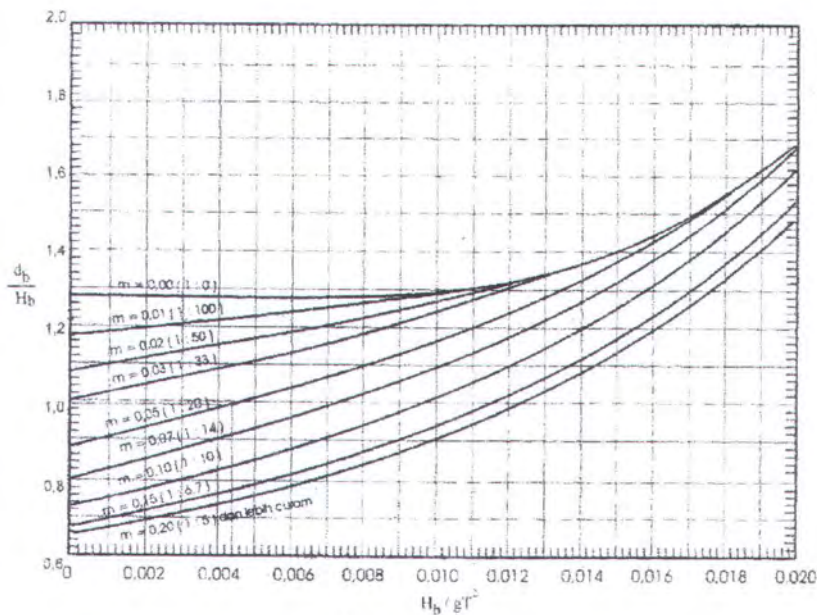
T = periode gelombang

Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk dengan puncak gelombang semakin tajam sampai akhirnya pecah pada suatu kedalaman tertentu. Selain itu kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah. Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan penjang gelombang. Gelombang dari laut alam yang bergerak menuju pantai akan bertambah kemiringannya sampai akhirnya tidak stabil dan pecah pada kedalaman tertentu, yang disebut dengan kedalaman gelombang pecah d_b . Tinggi gelombang pecah diberi notasi H_b . Iversen, Galvin, Goda (CERC, 1984) membuktikan bahwa H_b/H_o' dan d_b/H_b tergantung pada kemiringan pantai dan kemiringan gelombang datang yang ditunjukkan dalam dua grafik. Grafik pertama menunjukkan hubungan antara H_b/H_o' dan H_o/L_o , sedangkan grafik kedua

menunjukkan hubungan antara d_b/H_b dan H_b/gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar laut.



Gambar 2. 1 Penentuan tinggi gelombang pecah (Triatmodjo, 1999)



Gambar 2. 2 Penentuan kedalaman gelombang pecah (Triatmodjo, 1999)

2.2.3 Arus Dekat Pantai

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus didaerah dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone*, *surf zone*, dan *swash zone*. Diantara ketiga daerah tersebut, karakteristik gelombang di *surf zone* dan *swash zone* adalah yang paling penting didalam analisis proses pantai. Arus yang terjadi pada daerah tersebut sangat tergantung pada arah datang gelombang.

Arus sejajar pantai dapat mengangkut sedimen yang telah digerakkan (dierosi) oleh gelombang, dan terus terbawa sepanjang pantai. Sedimen yang terangkut tersebut dikenal dengan transpor sedimen sepanjang pantai. Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai.

Kecepatan dan percepatan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang (H), periode gelombang (T), kedalaman perairan (d), jarak partikel dari dasar laut (z) dan waktu (t). Penentuan teori gelombang disesuaikan dengan grafik validitas teori gelombang berdasarkan parameter H/gT^2 dan d/gT^2 (Chakrabarti, 1987).

Perhitungan panjang gelombang pada perairan tertentu secara teoritis dapat dihitung dengan rumusan berikut :

$$L_o = gT^2/2\pi = 1.56 T^2 \quad (2.5)$$

Dimana : L_o = panjang gelombang dilaut dalam

g = percepatan gravitasi

T = periode gelombang

Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk dengan puncak gelombang semakin tajam sampai akhirnya pecah pada suatu kedalaman tertentu. Selain itu kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah. Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang. Gelombang dari laut dalam yang bergerak menuju pantai akan bertambah kemiringannya sampai akhirnya tidak stabil dan pecah pada kedalaman tertentu, yang disebut dengan kedalaman gelombang pecah db . Tinggi gelombang pecah diberi notasi H_b . Iversen, Galvin, Goda (CERC,1984) membuktikan bahwa H_b/H_o' dan db/H_b tergantung pada kemiringan pantai dan kemiringan gelombang datang yang ditunjukkan dalam dua grafik. Grafik pertama menunjukkan hubungan antara H_b/H_o' dan H_o/L_o , sedangkan grafik kedua menunjukkan hubungan antara db/H_b dan H_b/gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar laut.

2.2.4 Pasang Surut

Didalam penentuan dan perhitungan laju sedimentasi salah satu faktor yang tidak kalah pentingnya adalah faktor perubahan muka air karena naik dan turunnya elevasi muka air laut. Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda dilangit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Variasi muka air menimbulkan arus yang disebut dengan arus pasang surut, yang mengangkut massa air laut dalam jumlah sangat besar.

Perubahan pasang surut tidak berpengaruh langsung pada laju sedimentasi. Pasang surut mempengaruhi elevasi tinggi gelombang yang membawa material sedimen dari dan menuju ke arah pantai. Selain itu pasang surut juga berpengaruh pada kecepatan dan arah arus. Arus yang ditimbulkan oleh pasang surut cukup kuat untuk membawa material sedimen dalam jumlah yang cukup besar. Dengan demikian pengaruh pasang surut tidak bisa diabaikan begitu saja.

2.2.5 Pengaruh Kondisi Lingkungan terhadap Proses Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang terbawa oleh aliran gelombang dan arus. Transpor sedimen dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*). Transpor sedimen yang menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedangkan transpor sedimen sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai. (Triajmodjo, 1999)

Sifat sedimen yang sering digunakan menyangkut ukuran (*size*), bentuk (*shape*), rapat masa (*density*), kecepatan jatuh (*fall velocity*) dan porositas. Adanya transportasi sedimen dipengaruhi oleh kondisi-kondisi lingkungan di daerah yang kita tinjau, sedangkan sumber material sedimennya dipengaruhi diantaranya oleh :

→ **Arus**

Sangat berperan dalam pemindahan material sedimen dari dan ke tempat lain, jika mempunyai kecepatan $> 0.15 \text{ m/dt}$ (Dean, 1983). Pada kondisi tertentu arus dapat mengakibatkan material di dasar laut teraduk yang mengakibatkan abrasi dan akresi pada bagian pantai.

→ **Angin**

Angin berpengaruh terhadap transportasi pasir (sumber sedimen) karena dapat menimbulkan gelombang. Semakin besar kecepatan angin maka gelombang yang ditimbulkan semakin besar. Angin dapat menimbulkan energi gelombang untuk membentuk garis pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai.

→ **Pasang Surut**

Kecepatan arus dari pasang surut sangat penting dalam pengangkutan material sedimen. Pengangkutan material sedimen terjadi pada batas antara batas air tertinggi dengan batas air terendah (*tidal area*) mempunyai pengaruh paling besar dalam proses sedimen. Pada pantai yang landai pengaruh pasang surut akan semakin besar, karena daerah daratan yang luas menyebabkan material sedimen akan mudah tertinggal

→ **Sungai**

Aliran sungai yang menuju ke laut merupakan salah satu sumber material sedimen. Tanah longsor dan erosi yang terjadi sejak dari daerah longsor dan erosi yang terjadi sejak dari daerah hulu hingga muara sungai merupakan sumber bahan endapan. Bahan rombakan yang terbawa oleh aliran sungai, terbawa sebagian ke laut sebagai muatan dasar (*bed load*). Bahan yang terbawa ke laut tidak semuanya mengalami sedimentasi, karena sedimen setelah di laut. Pada kesetimbangan tertentu dimana kecepatan aliran sungai dengan pengaruh gelombang dan arus laut, maka akan terjadi sedimentasi pada pertemuan air sungai dengan air laut (muara).

→ **Dasar Laut dan Morfologi Pantai**

Dasar laut yang berbeda akan memberikan respon yang berbeda dalam pengendapan material sedimen yang tersuspensi. Dasar laut yang lebih landai mempunyai potensi yang lebih besar untuk terjadinya sedimentasi. Kondisi yang demikian itu selain mempengaruhi sifat gelombang dan arus di pantai tersebut, juga memberi kesempatan pada partikel sedimen untuk mengalami pengendapan dalam waktu yang relatif lama. Morfologi pantai juga dalam waktu yang relatif lama. Morfologi pantai juga memberi dampak yang berbeda antara tipe pantai yang satu dengan yang lainnya. Pantai yang berbatu/karang akan mengalami abrasi dan akresi yang lebih lambat dibandingkan dengan pantai yang berpasir.

→ Gelombang

Merupakan faktor yang penting dalam proses transportasi sedimen di daerah littoral. Pengaruh gelombang terhadap pemindahan material sedimen dapat ditinjau pada dua zone yaitu : zone gelombang laut dangkal (*zone of shoaling wave*) dan zone pantai (*beach*).

2.2.6 Sedimentasi

2.2.6.1 Sedimen Pantai

Sifat-sifat sedimen pantai adalah sangat penting didalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya.

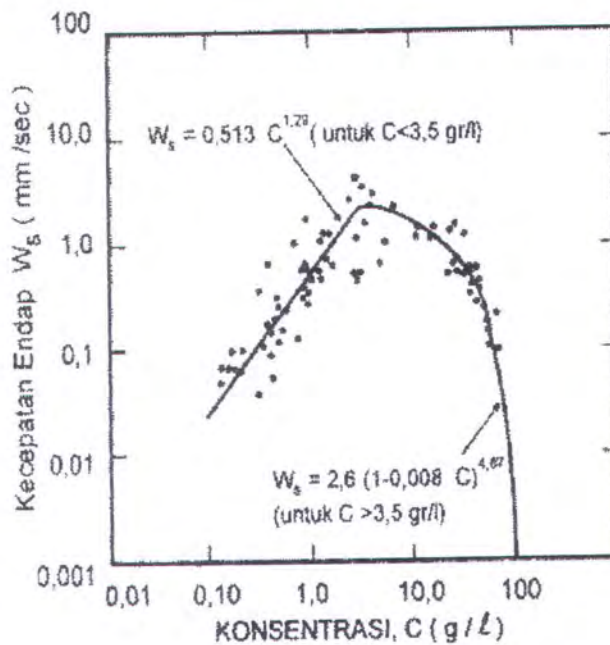
- ♣ Distribusi ukuran butir biasanya dianalisis dengan saringan dan dipresentasikan dalam bentuk kurva prosentase berat kumulatif. Pada umumnya distribusi ukuran butiran pasir mendekati distribusi log normal, sehingga sering digunakan pula skala satuan phi.

$$\phi = -\log_2 D \quad (2.6)$$

- ♣ Kecepatan endap butir sedimen juga perlu didalam mempelajari mekanisme transpor sedimen, terutama untuk sedimen suspensi. Untuk sedimen kohesif, seperti pasir, kecepatan endap dipengaruhi oleh rapat massa sedimen dan air, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Sedangkan untuk sedimen kohesif, kecepatan endap dipengaruhi oleh banyak faktor seperti konsentrasi sedimen suspensi,

salinitas, dan diameter partikel. Konsentrasi suspensi adalah parameter paling penting dalam proses flokulasi, yang berarti juga pada kecepatan endap.

- ♣ Rapat massa ρ adalah massa tiap satuan volume, sedang berat jenis γ adalah berat tiap satuan volume. Terdapat hubungan antara berat jenis dan rapat massa, yang mempunyai bentuk $\gamma = \rho g$. Rapat massa atau berat jenis sedimen merupakan fungsi dari komposisi mineral. Rapat relatif adalah perbandingan antara rapat massa suatu zat dengan rapat massa air pada 4°. rapat massa air pada temperatur tersebut adalah 1000 kg/m³. Rapat relatif pasir adalah sekitar 2,65. Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan. Konsentrasi endapan dipengaruhi oleh waktu konsolidasi.



Gambar 2. 3 Pengaruh konsentrasi suspensi terhadap kecepatan endap (Triatmodjo, 1999)

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Sifat-sifat sedimen pantai adalah sangat penting didalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya.

Secara garis besar tahapan proses dari proses sedimentasi yang mengarah pada terjadinya perubahan garis pantai adalah :

- a. teraduknya material kohesif dari dasar hingga tersuspensi, atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut.
- b. perpindahan material secara kohesif.
- c. pengendapan kembali material sedimen tersebut.

Pada setiap tahapan diatas, semuanya tergantung pada gerakan air dan karakteristik material pantai yang terangkut. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang yang lebih utama yang memiliki karakteristik untuk mengaduk dan melepaskan material di dasar laut, sementara arus hanya bersifat memindahkan material sedimen ke tempat lain.

Faktor yang penting dalam sedimen transport adalah karakteristik sedimen itu sendiri. Karakteristik utama adalah diameter (D) dan rapat massa (ρ_s) dimana kedua parameter tersebut harus diperhitungkan dalam perhitungan transport sedimen karena kedua parameter tersebut mempunyai harga berbeda antar sedimen satu dengan lainnya.

Ukuran butir median D_{50} adalah paling banyak digunakan untuk ukuran butir pasir. Berdasarkan distribusi log normal tersebut, ukuran butir rerata D_m dan standar deviasi σ_D dapat dihitung dengan tabel berikut :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Ukuran Butir dan Sedimen

Klasifikasi		Diameter Partikel	
		mm	Satuan phi
Batu		256	-8
Cobble		128	-7
Koral (pebble)	Besar	64	-6
	Sedang	32	-5
	Kecil	16	-4
	Sangat Kecil	8	-3
Kerikil		4	-2
Pasir	Sangat Kasar	2	-1
	Kasar	1	0
	Sedang	0.5	1
	Halus	0.25	2
	Sangat Halus	0.125	3
Lumpur	Kasar	0.063	4
	Sedang	0.031	5
	Halus	0.015	6
	Sangat Halus	0.0075	7
Lempung	Kasar	0.0037	8
	Sedang	0.0018	9
	Halus	0.0009	10
	Sangat Halus	0.0005	11
		0.0003	12



$$D_m = \sqrt{D_{16} D_{84}} \quad \sigma_D = \sqrt{\frac{D_{84}}{D_{16}}} \quad (2.7)$$

Dengan notasi D_p adalah ukuran dimana $p\%$ dari berat sampel adalah lebih halus dari diameter butir tersebut. Untuk mengukur derajat penyebaran ukuran butir terhadap nilai rerata sering digunakan koefisien S_0 yang didefinisikan sebagai :

2.2.6.2 Mekanisme Transpor Sedimen Oleh Gelombang

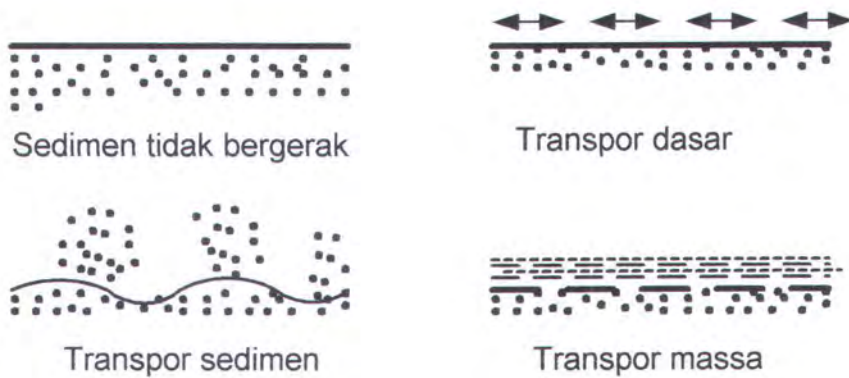
Dilaut dalam, gerak partikel air karena gelombang jarang mencapai dasar laut. Sedang dilaut dangkal, partikel air didekat dasar bergerak naik dengan bertambahnya tinggi gelombang dan berkurang dengan kedalaman. Didalam mempelajari transpor sedimen, kecepatan partikel air didekat dasar (u_b) dinyatakan dalam bentuk tegangan geser τ_b . Hubungan antara tegangan geser dan kecepatan partikel air dinyatakan dalam bentuk :

$$\tau_b = \rho \cdot u_*^2 \quad (2.8)$$

dengan : $u_* = \sqrt{\frac{f}{2}} \cdot u_b \quad (2.9)$

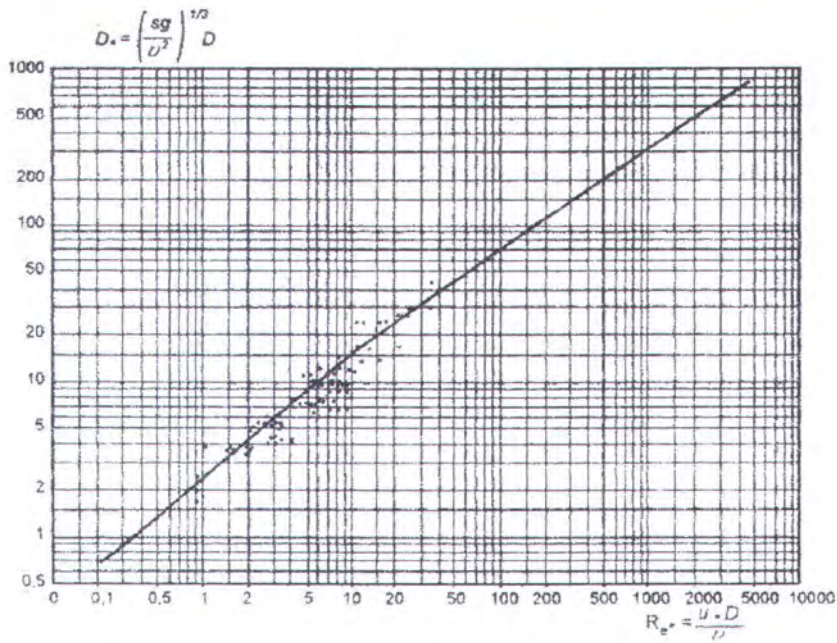
Dimana ρ adalah rapat masa air, u^* adalah kecepatan geser dan f adalah faktor gesekan. Kecepatan partikel air didekat dasar atau yang dinyatakan dalam bentuk tegangan geser tersebut berusaha untuk menarik sedimen dasar. Sementara itu sedimen dasar memberikan tahanan yang dinyatakan dalam bentuk kecepatan kritik erosi atau tegangan kritik erosi. Kedua parameter tersebut tergantung pada sifat dasar seperti diameter,

bentuk dan rapat massa sedimen untuk sedimen non-kohefif (pasir) dan kohefifitas antara partikel untuk sedimen kohefif (lumpur, lempung).



Gambar 2. 4 Pengaruh tegangan geser terhadap gerak sedimen dasar

Sedimen bergerak maju mundur sesuai dengan gerak partikel air. Selanjutnya kenaikan kecepatan dapat mempercepat gerak tersebut, dan transpor sedimen yang terjadi disebut transpor dasar (*bed load*). Dengan semakin bertambahnya kecepatan didekat dasar, gerak partikel sedimen semakin kuat dan kemudian sedimen membentuk ripple, yaitu dasar laut bergelombang kecil dengan puncaknya tegak lurus arah gelombang. Ukuran ripple tergantung pada amplitudo dan periode dari gerak air didekat dasar, ukuran butir dan rapat massa material dasar (Horikawa, 1978). Dengan terbentuknya ripple akan meningkatkan turbulensi, dan partikel sedimen akan terangkat dalam bentuk suspensi. Transpor sedimen dalam bentuk suspensi diatas dasar disebut transpor sedimen suspensi. Apabila gerak air semakin kuat, ripple akan menghilang dan terjadi transpor massa dimana suatu lapis dengan tebal tertentu terangkat dalam bentuk transpor sedimen dasar dan suspensi.



Gambar 2. 5 Awal gerak sedimen karena pengaruh gelombang
(Triatmodjo, 1999)

2.2.6.3 Transpor Sedimen Pantai

Transportasi sedimen adalah perpindahan material sedimen dari suatu kawasan tertentu, dalam hal ini di pantai sebagai daerah littoral. Menurut Pratikto (1996) Perpindahan ini biasanya berupa penambahan (*in flow*) atau pengurangan material (*out flow*). Jika pengurangan lebih banyak daripada penambahan material sedimen maka pada daerah control terjadi erosi (penggerusan material sedimen), sebaliknya jika *out flow* lebih sedikit dibandingkan dengan *in flow* maka pada daerah control terjadi proses akresi.

Secara umum proses transpor sedimen dapat dibagi dalam tiga tahapan:

- a. teraduknya material kohesif dari dasar laut hingga tersuspensi atau lepasnya material nonkohesif dari dasar laut.

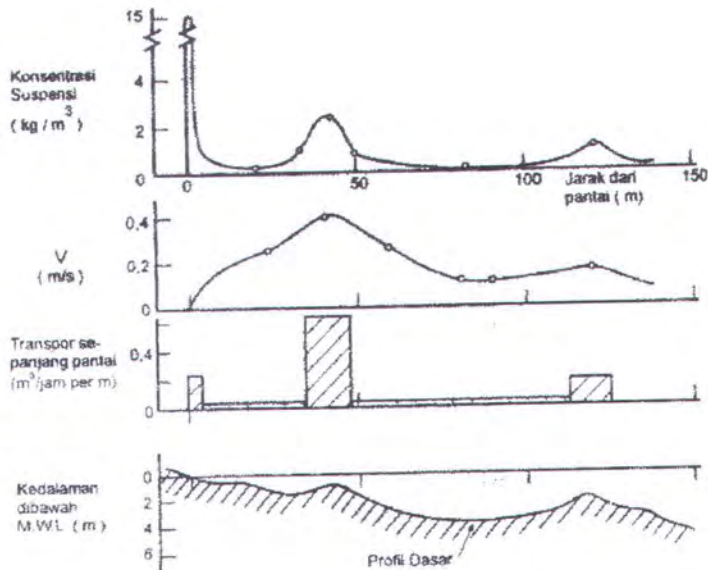
- b. perpindahan material secara horisontal
- c. pengendapan kembali partikel/material sedimen tersebut.

Masing-masing tahap tersebut tergantung pada gerakan air dan karakteristik sedimen yang terangkut.

Gerakan air pada dasarnya berbeda antara arus semata (kanal/sungai) atau gelombang semata (kolam/danau) atau kombinasi gelombang dan arus seperti yang terjadi di pesisir pantai. Gelombang terutama lebih bersifat melepaskan material di dasar dan mengaduknya, sementara arus lebih bersifat memindahkan material sedimen ke tempat lain. Namun dapat pula gelombang dapat memindahkan partikel sedimen ke tempat lain dan arus dapat mengangkut dan mengaduk sedimen dari bagian dasar. Transpor sedimen pantai dibagi menjadi dua yaitu :

1. Angkutan sedimen sepanjang pantai

Angkutan sedimen sepanjang pantai atau *longshore sediment transport* adalah suatu angkutan sedimen yang sejajar dengan garis pantai, merupakan hasil dari terangkutnya butir-butir material pantai (pasir) oleh adanya turbulensi yang diakibatkan oleh adanya gelombang pecah. Sedimen tersebut digerakkan oleh dua komponen yaitu energi gelombang sejajar pantai dan arus yang sejajar pantai yang dibentuk oleh gelombang pecah. Transpor sedimen ini terjadi di *surf zone*, dengan arah transpor sedimen dipengaruhi langsung oleh arah gelombang atau sudut yang dibentuk oleh puncak gelombang (*wave crest*) dengan garis pantai.



Gambar 2. 6 Konsentrasi sedimen, arus dan transpor sepanjang pantai
(Triatmodjo, 1999)

2. Angkutan sedimen tegak lurus garis pantai

Angkutan sedimen tegak lurus garis pantai dikenal juga dengan *onshore-offshore transport* adalah angkutan sedimen tegak lurus garis pantai., ditentukan terutama oleh gelombang, ukuran butir sedimen, dan kemiringan pantai. Angkutan sedimen ini biasanya terjadi dalam waktu yang relatif singkat seperti proses angkutan sedimen tegak lurus yang dikaitkan oleh terjadinya gelombang pasang (*storm waves*).

2.2.7 Pemodelan dengan Software SMS

2.2.7.1 Analisa Pola Arus

Analisa pola arus diperlukan dalam perhitungan besarnya sedimen yang terjadi pada pantai. Dalam hal ini akan dipakai salah satu software yang dibuat oleh King and Norton dalam Resource Management Associates (RMA) dan Waterway Experiment Station (WES) coastal and Hydroulic Laboratory Brigham Young University.

RMA2 WES melakukan analisa pola arus dan kecepatannya secara 2 dimensi, yang menggunakan persamaan-persamaan berikut :

$$h \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{p} \left[E_{xx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E_{xy} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] + gh \left[\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{gun^2}{(1.486h^{1/6})^2} (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta V_a^2 \cos \psi - 2h\nu\omega \sin \phi = 0 \quad (2.10)$$

$$h \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{p} \left[E_{yx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E_{yy} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] + gh \left[\frac{\partial a}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial y} \right] + \frac{gun^2}{(1.486h^{1/6})^2} (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta V_a^2 \cos \psi - 2h\nu\omega \sin \phi = 0 \quad (2.11)$$

Selanjutnya :

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} = 0 \quad (2.12)$$

dimana :

h = kedalaman air

u, v = kecepatan pada koordinat kartesius

x, y, t = koordinat kartesius dan waktu

ρ = densitas fluida

E = Koeffisien Eddy viskositas

xx = untuk arah x

yy = untuk arah y

xy, yx = geser untuk arah setiap permukaan

g = kecepatan gravitasi

a = elevasi dasar

n = nilai kekasaran Manning koefisien

1,46 = Konversi dari satuan SI (metrik) ke non SI

ζ = koefisien tegangan geser angin

V_a = kecepatan angin

φ = arah angin

ω = sudut rotasi bumi

ϕ = garis lintang bumi

Persamaan tersebut dapat diselesaikan dengan finite element dengan menggunakan Galerkin Method. Variable waktu diasumsikan untuk bermacam-macam waktu untuk setiap langkah dalam bentuk :

$$f(t) = f(t_0) + a.t + b.t^2 \quad (2.13)$$

Untuk :

$$t_0 \leq t < t_0 + \Delta t$$

dimana nilai variabel a, b, c adalah konstan.

2.2.8.2 Analisa Pola Sedimentasi

Analisa sedimentasi diperlukan untuk mengetahui tingkat sedimentasi pada suatu pantai, sehingga bisa diketahui tingkat keamanan sebuah struktur yang dibangun dari adanya sedimentasi. Analisa sedimentasi dilakukan dengan software SED2D-WES version 4.3.

Persamaan-persamaan dasar yang dipakai adalah sebagai berikut.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \alpha_1 C + \alpha_2 \quad (2.14)$$

dimana :

- C = konsentrasi, kg/m³
- T = waktu
- U = kecepatan aliran pada arah x, m/det
- X = arah aliran utama, m
- V = Kecepatan aliran pada arah y, m/detik
- Y = arah tegak lurus terhadap x, m
- D_x = koefisien difusi efektif pada arah x, m²/detik
- D_y = koefisien difusi efektif pada arah y, m²/detik
- α₁ = koefisien untuk bentuk dasar, 1/detik
- α₂ = konsentrasi equilibrium dari bagian bentuk dasar kg/m³/detik

2.2.8 Perhitungan Sedimentasi dan Perubahan Garis Pantai dengan CERC

CERC formula merupakan teori yang dikembangkan untuk mendukung sedimen transpor yang mengaitkan antara transpor dengan energi yang ditimbulkan akibat gelombang (*bulk energy model*). Pendekatan CERC ini menyatakan transpor yang terjadi melalui unit satuan lebar antar garis pantai, juga kemiringan pantai dan lebarnya breaker zone.

Disini hanya memperhitungkan gaya dorong yang ditimbulkan oleh gelombang yang bergerak mendekati pantai setiap titik disepanjang pantai. Metode CERC ini dinyatakan dalam bentuk rumus berikut:

$$Q_s = K.P_1^n$$

$$P_1 = \frac{\rho g}{8} H_b^2 C_b \cos(\alpha_b) \sin(\alpha_b) \quad 2.15$$

Dimana:

Q_s = angkutan sedimen sepanjang pantai ($m^3/hari$)

P_1 = komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah ($Nm/d/m$)

ρ = rapat massa air laut (kg/m^3)

H_b = tinggi gelombang pecah (m)

C_b = kecepatan rambat gelombang pecah (m/dt) = $\sqrt{g.d_b}$

α_b = sudut datang gelombang pecah

K,n = konstanta

CERC (1984) memberikan rumus transpor sedimen sepanjang pantai sebagai berikut :

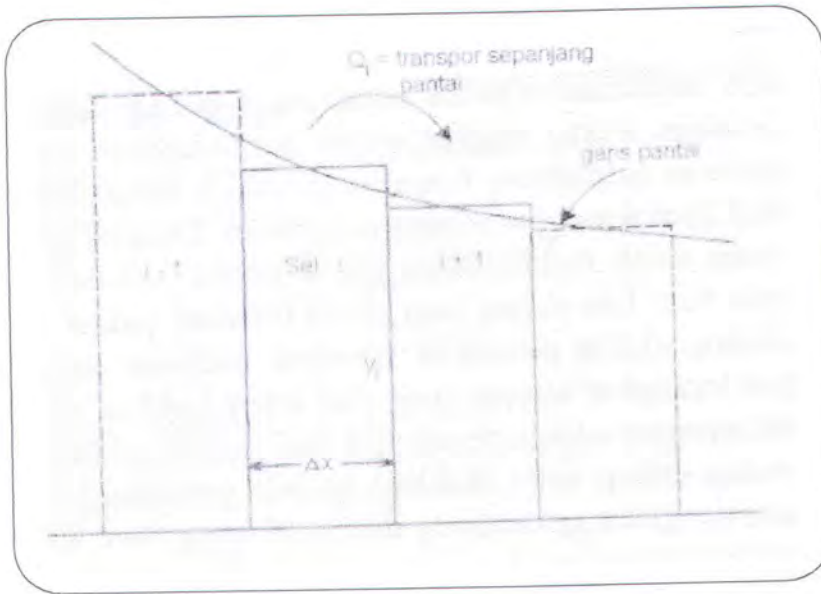
$$Q_s = 0.401 P_1 \quad 2.16$$

Untuk mencari alternatif pemecahan yang berkaitan dengan studi pemodelan perubahan garis pantai, digunakan persamaan kontinuitas sedimen. Model ini dilakukan untuk memprediksi daerah yang mengalami erosi dan sedimentasi karean adanya transport sediment akibat gelombang yang sampai ke pantai. Model persamaan perubahan garis pantai yang diberikan adalah sebagai berikut:

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{1}{d_b} \frac{dQ_s}{dx} \quad 2.17$$

Dimana :

- y = jarak antara garis pantai dan garis referensi
- d_s = kedalaman air pada saat gelombang pecah
- Q_s = sediment transport sepanjang garis pantai
- t = waktu
- x = absis searah garis pantai



Gambar 2. 7 Pembagian garis pantai dalam beberapa pias/sel (Triatmodjo, 1999)

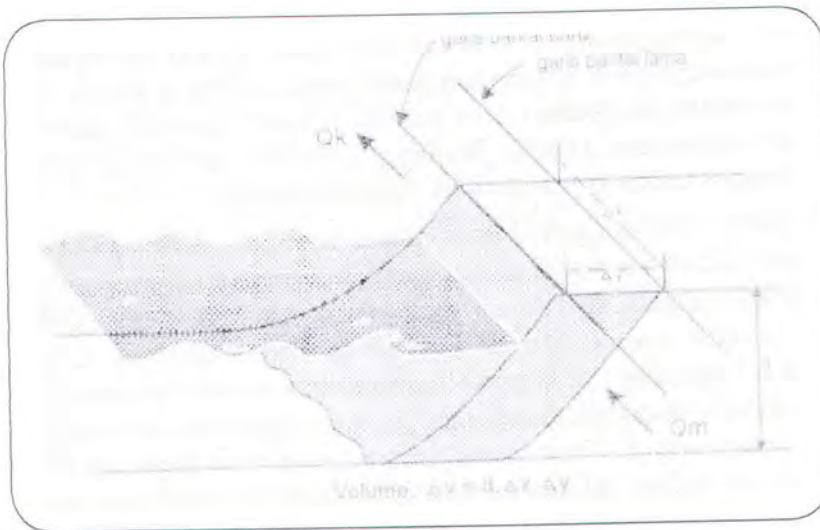
Model perubahan garis pantai dengan membagi pantai menjadi sejumlah pias (sel) dari interval waktu dalam sejumlah langkah waktu sebagaimana pada Gambar 2.7. Pada gambar di atas menunjukkan bahwa transport sedimen akan mengalir dari sel i ke sel $i+1$, dimana setiap sel mempunyai lebar ΔX yang seragam dan masing-masing memiliki panjang Y_{i-1} , Y_i , Y_{i+1} , $\dots$, Y_n terhadap suatu garis patokan tertentu. Pada gambar 2.8 menyatakan volume sel garis pantai, ΔV_i , akibat *littoral drift* dari sel i ke sel $i+1$. maka ΔV_i dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_i = (Q_{i-1} - Q_i \pm Q_r) \Delta t \quad 2.18$$

Dimana :

- ΔV_i = volume sel garis pantai
- Δt = waktu yang dilewati selama perubahan garis pantai
- Q_r = batas keseimbangan littoral drift
- Q_i = littoral drift sel ke- i

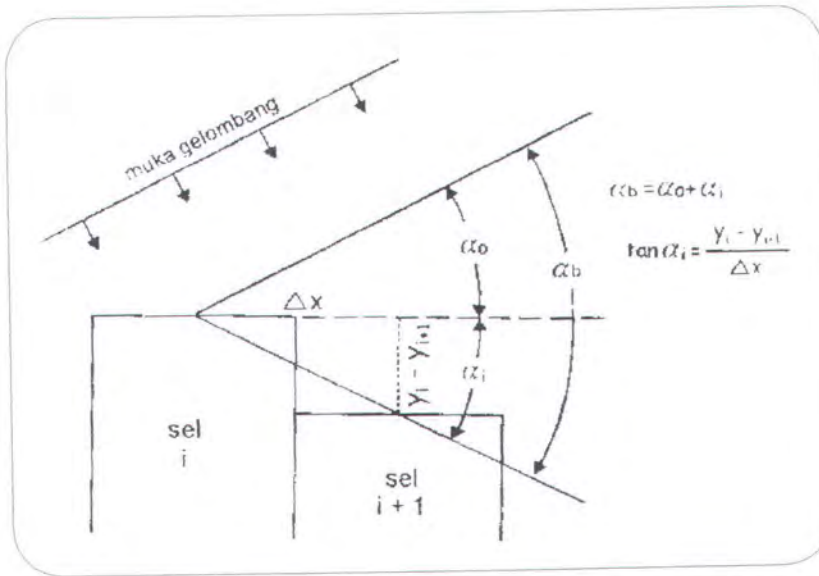
Q_{i-1} = littoral drift sel ke i-1



Gambar 2. 8 Pembagian pantai menjadi sejumlah sel dan perubahan garis pantai (Triatmodjo, 1999)

Transpor sedimen sejajar pantai tergantung pada sudut datang gelombang pecah (α_b). Sudut gelombang pecah akan berubah dari satu sel ke sel yang lain, karena adanya perubahan garis pantai. Pada Gambar 2.8, sudut α dengan arah sumbu x, sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 2.9, maka sudut gelombang pecah terhadap garis pantai adalah $\alpha_b = \alpha_i \pm \alpha_o$. Sudut gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus ukur sudut sebagaimana persamaan berikut:

$$\tan \alpha_b = \frac{\tan \alpha_i - \tan \alpha_o}{1 + \tan \alpha_i \tan \alpha_o} \quad 2.19$$



Gambar 2. 9 Hubungan antara α_o , α_i , dan α_b (Triatmodjo, 1999)

Dalam pembuatan model perubahan garis pantai untuk lebih jelasnya adalah menurut urutan langkah sebagai berikut:

- menentukan bentuk garis pantai awal ($y_1, y_2, y_3, \dots y_n$)
- membagi garis pantai menjadi beberapa pias/sel (ΔX)
- menentukan sumber sedimen dan sedimen yang hilang pada seluruh pias (Q_s)
- perubahan garis pantai untuk setiap waktu Δt

BAB III
METODOLOGI

Tomorrow Never Knows
If I will, I'll get you in the end ...

BAB III

METODOLOGI

3.1. Diagram Alir

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah melakukan pemodelan pola arus dan pola sedimentasi. Pemodelan ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu pengumpulan data, analisa dan pemodelan dengan software SMS versi 6.0. Untuk mendapatkan hasil yang baik dan terarah, maka dibuat bagan alir dari rencana dan langkah kerja yang dilakukan, seperti terlihat dalam Gambar 3.1.

3.2. Penjelasan

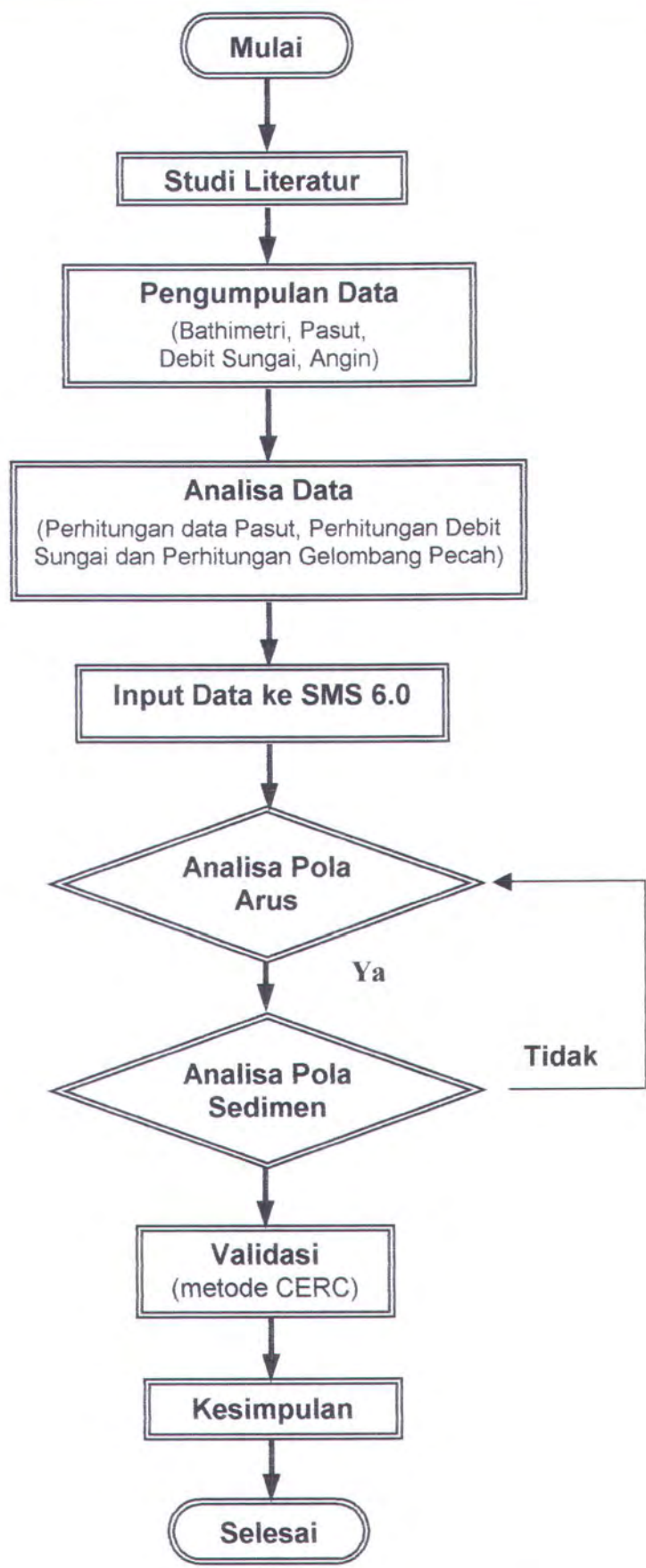
Berikut ini akan dipaparkan secara singkat dari masing-masing urutan kerja yang dilakukan dalam kegiatan penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir. Adapun deskripsi yang dilakukan untuk setiap langkah yang ditempuh merupakan garis besar saja.

1. Studi Literatur mengenai transpor sedimentasi, penyebaran sedimen sepanjang pantai.
2. Data yang dikumpulkan dalam pengerjaan Tugas Akhir utk pembuatan model transpor sedimen di Pantai Kedung Semat Jepara meliputi data sebagai berikut :
 - a. Peta topografi perairan kontur dasar laut (bathimetri) pantai lokasi penelitian pada setiap titik koordinat.

- b. Data kondisi lingkungan perairan lokasi proyek seperti kedalaman laut, ketinggian dan gerakan pasang surut, data tanah dan debit sungai yang bermuara disepanjang pantai lokasi penelitian.
 - c. Data angin, data arus yang akan digunakan untuk validasi.
3. Pengolahan data yang meliputi antara lain sebagai berikut :
- Penentuan kondisi batas model
Penentuan kondisi batas ini meliputi penentuan posisi perairan lokasi penelitian, luas perairan penelitian dan posisi sungai yang ada di sepanjang pantai Kedung Semat.
 - Penggambaran peta topografi model
Penggambaran peta topografi adalah penggambaran peta kondisi dasar laut pada perairan Pantai Kedung Semat
 - Penentuan kondisi lingkungan model
Penetapan data lingkungan yang akan diinputkan pada software SMS 6.0 dilakukan pada tahap ini yang meliputi ketinggian dan gerakan pasang surut, debit air sungai dan data tanah.
4. Data-data yang telah diolah kemudian dimasukkan ke software SMS 6.0. Data-data tersebut antara lain data pasang surut, debit sungai yang mengalir di sepanjang pantai dan jenis tanah Pantai Kedung Semat Jepara.
5. Analisa hasil pemodelan pola arus dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan melihat output data secara numerik dan dengan melihat gambar animasi output data. Interpretasi hasil pemodelan dengan melihat output data yang berupa gambar animasi lebih dapat

memberikan kejelasan gambaran hasil daripada output yang berupa data numerik. Pemodelan pola arus ini akan memberikan gambaran pola arus yang terjadi di Pantai Kedung Semat Jepara. Pola arus ini selanjutnya digunakan sebagai input untuk menganalisa pemodelan pola sedimentasi di Pantai Kedung Semat Jepara.

6. Hasil pemodelan pola sedimen juga dihasilkan dengan dua cara, yaitu data output secara numerik maupun data output berupa gambar animasi. Pemodelan pola sedimen memberikan gambaran adanya erosi dan akresi garis pantai akibat arus sepanjang pantai maupun endapan yang terbawa oleh sungai di sepanjang Pantai Kedung Semat Jepara.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan

3.3 Simulasi dengan Software SMS 6.0

3.3.1 Modul Pendukung Software SMS 6.0

1. RMA2

RMA2 merupakan modul SMS 6.0 yang memodelkan analisis hidrodinamika, menghitung kecepatan aliran dan ketinggian permukaan air pada setiap titik *mesh*. RMA2 juga berfungsi untuk menghitung batas-batas dinamis antara daerah basah dan kering pada model. Hasil dari modul RMA2 ini selanjutnya dapat dipakai pada modul RMA4 dan SED2D-WES untuk memodelkan pergerakan pencemaran air dan transpor sedimen.

2. SED2D

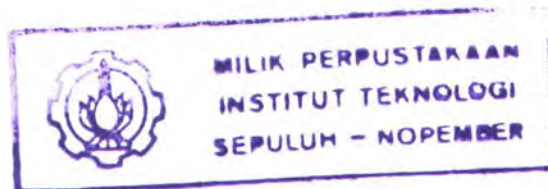
SED2Dd-WES merupakan modul untuk pemodelan transport sedimen, pemodelan pengikisan dasar laut (*bed scour*) dan sedimentasi yang disebabkan oleh endapan lempung dan pasir pada dasar laut.

3.3.2 Pembuatan Model pada Software SMS 6.0

Proses pemodelan pada software SMS 6.0 dapat digambarkan pada Gambar 3.2 - Gambar 3.5.

Dan secara ringkas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penggambaran peta topografi dalam SMS 6.0 dengan penggambaran titik koordinat mengacu pada garis kontur bathimetri dengan sesuai dengan kedalaman. Hasil dari proses ini tersimpan dalam file ber-*extensi* *.geo.



2. Penggabungan titik-titik koordinat yang telah di gambar pada poin 1 di atas, sehingga didapatkan garis-garis yang menghubungkan tiap titik koordinat.
3. Menentukan Boundary Condition model dan jenis material model yang dilakukan pada setiap titik koordinat dengan memasukkan parameter-parameter seperti densitas material, kedalaman tiap titik koordinat, dsb. Dan hasil proses ini disimpan dalam file ber-extensi *.bc.
4. Mengubah file *.geo menjadi file *.bin dengan modul GFGEN (Geometry File GENeration)
5. Proses analisis dengan menggunakan modul RMA2 sebagai tahap awal untuk mengetahui kondisi hidrodinamis pengaruh aliran fluida pada model. Output data dengan modul RMA2 ada dua yaitu yang berekstension **ot2** dan berekstension **sol**. File-file ini nantinya akan digunakan pada model SED2D.
6. Pada SED2D input yang dipakai adalah file dari RMA2 yang berekstension *.geo, *.bin, dan *.sol. Ouput data dari SED2D adalah *.ot3 dan *.sed.sol.

3.4 Validasi

Pada tahap ini, data-data yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya diproses agar bisa melanjutkan ketahap berikutnya. Pada tahap ini penulis melakukan perbandingan hasil analisa sedimentasi pemodelan software SMS 6.0 dengan perhitungan analisa sedimentasi berdasarkan metode CERC. Pada perhitungan CERC akan diketahui grafik perubahan garis pantai dan besar

distribusi laju sedimentasi (Q_s). Diharapkan grafik perubahan garis pantai ini nantinya akan dapat membandingkan perbedaan hasil pemodelan SMS 6.0 dengan perhitungan analisa sedimentasi berdasarkan metode CERC.

3.5 Kesimpulan

Pada tahap ini akan dijelaskan hasil-hasil dari semua langkah yang telah dilakukan terutama tujuan yang telah dicapai. Dalam tahap ini dapat dilihat berbagai poin penting yang merupakan tujuan dari kegiatan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir. Pada bab ini juga dicantumkan beberapa saran untuk penulisan berikutnya.



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Would you walk away from a fool and his money?

If I fell in love with you ...

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Lokasi Studi

4.1.1 Kondisi Umum Pantai Kedung Semat – Jepara

Pantai Kedung Semat adalah bagian dari pantai Jepara yang memiliki panjang pantai sekitar 10,5 km dengan tipe pantai pasir dan sebagian berlumpur. Di wilayah pantai Kedung Semat pada umumnya digunakan sebagai lahan untuk budidaya perikanan dan pemukiman penduduk. Dan disepanjang pantai Kedung Semat terdapat enam muara sungai yang sebagian besar mengalir ke laut Jawa dan terdapat tumbuhan bakau di sekitar pantai.

Kondisi lingkungan pantai Kedung Semat memiliki kondisi yang beriklim basah, suhu rata-rata berkisar 24°C , dimana suhu maksimum adalah 29°C dan suhu minimum 21°C .



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Penelitian

Dari tahun ke tahun Pantai Kedung Semat mengalami perubahan garis pantai. Perubahan yang terjadi adalah adanya bagian garis pantai yang mundur akibat tererosi dan adanya bagian garis pantai yang maju akibat sedimentasi.

4.1.2 Topografi dan Bathimetri

Topografi daerah pantai Kedung Semat adalah pantai berpasir halus dan sedikit berlumpur, secara litoral berarah Utara-Selatan. Dan kondisi profil pantai ini memiliki kemiringan rata-rata sekitar 1 : 20.

Gambar 4.3 di bawah ini adalah peta bathimetri Pantai Kedung Semat. Peta bathimetri dapat dilihat di lampiran A.



Gambar 4. 2 Peta Bathimetri Pantai Kedung Semat

4.1.3 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap masa air di bumi. Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut). Variasi muka air menimbulkan arus yang disebut dengan arus pasang surut, yang akan mengangkut massa air dalam jumlah sangat besar.

Komponen pasang surut pada pantai Kedung Semat didapat dari data Hydros TNI AL pada bulan Januari tahun 2004 selama 15 hari, merupakan pengamatan di daerah Semarang. Konstanta pasang surut hasil perhitungan Metode Admiralty ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Konstanta pasang surut Metode Admiralty Pantai Kedung Semat

Komponen Pasut	M ₂	S ₂	N ₂	K ₂	K ₁	O ₁	P ₁	M ₄	Z ₀
Amplitudo (cm)	10	8	5	5	22	8	7	-	60
Fase	102	302	139	160	7	128	2	-	-

Dari konstanta-konstanta di atas, maka dapat dijelaskan bahwa untuk mendapatkan tipe pasang surut di daerah penyelidikan dapat diketahui dari harga indeks formzhal (F) dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \\
 &= \frac{22 + 8}{10 + 8} = 1,77
 \end{aligned}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa pantai Kedung Semat mempunyai tipe pasang surut campuran dengan tipe tunggal yang menonjol (*mixed, mainly*

diurnal). Tipe pasut semacam ini memiliki pasut dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda. Adapun data-data elevasi pasang surut adalah sebagai berikut; HWL = 110 cm; MSL = 60 cm; dan LWS = 20 cm. Data pasang surut secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran**.

4.1.4 Kondisi Umum Sungai

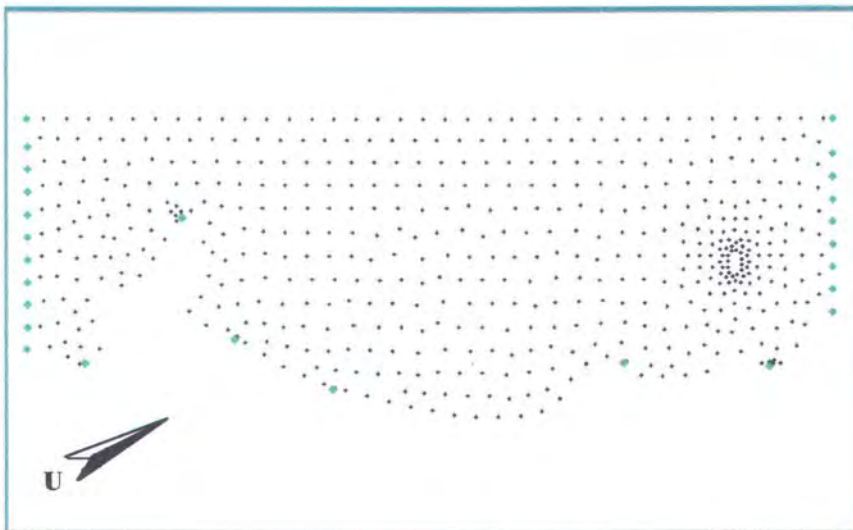
Pantai Kedung Semat merupakan tipe pantai pasir dan sebagian berlumpur terdapat banyak muara sungai yang mengalir ke laut. Sungai tersebut antara lain Sungai Kumpalan, Sungai Wulan, Sungai Serang, Sungai Glugu, dan Sungai Sampol.

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Umumnya sedimen yang berada di sekitar daerah pantai adalah sedimen kohesif dengan diameter butiran sangat kecil, yaitu dalam beberapa mikron. Sifat-sifat sedimen lebih tergantung pada gaya permukaan daripada gaya berat. Gaya-gaya permukaan tersebut adalah gaya tarik dan gaya tolak. Sifat-sifat sedimen tersebut sangat penting di dalam mempengaruhi proses erosi dan sedimentasi. Data debit sungai dapat dilihat pada **Lampiran**.

4.2 Pemodelan Kondisi Eksisting

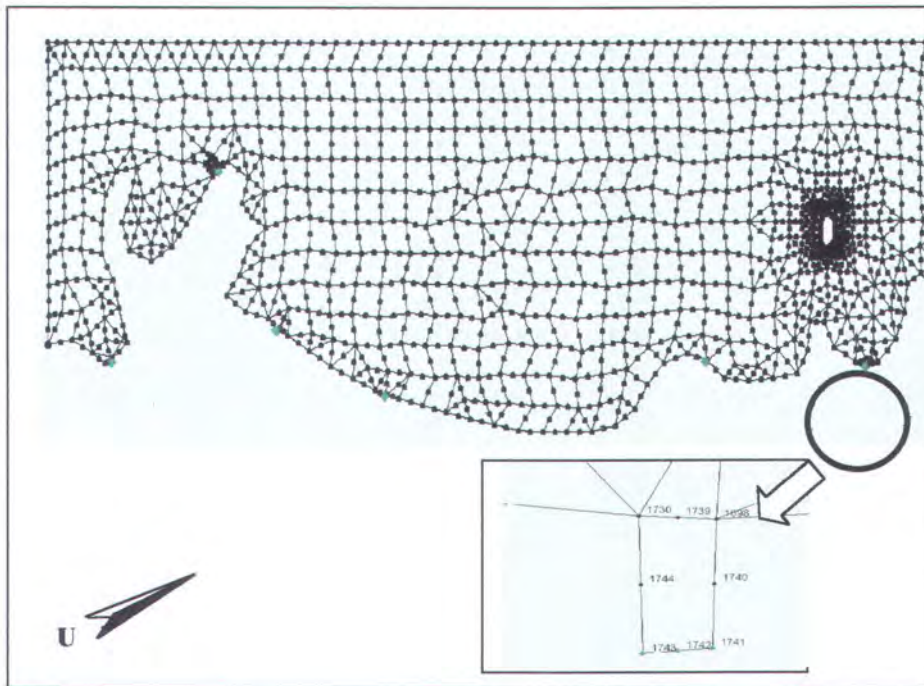
4.2.1 Pembuatan Model Kontur Pantai Kedung Semat

Kontur Kedung Semat dibuat berdasarkan dari pembacaan peta bathimetri Kedung Semat Jepara yang kemudian dimasukkan pada software SMS 6.0 sebagai titik-titik pola kontur yang akan dibuat. Penentuan titik node ini didasarkan pada kontur kedalaman dasar perairan. Jarak masing-masing titik rata-rata 250 m sampai 500 meter, semakin dekat jarak antar titik maka diperlukan lebih jumlah titik yang lebih banyak. Hal ini akan menyebabkan proses running yang sangat teliti dan memerlukan waktu yang cukup lama. Pada pemodelan ini jumlah titiknya mencapai mencapai 1744 titik (**Gambar 4.4**). Pola kontur Pantai Kedung Semat dapat di tampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4. 3 Pola kontur titik (node) Pantai Kedung Semat Jepara

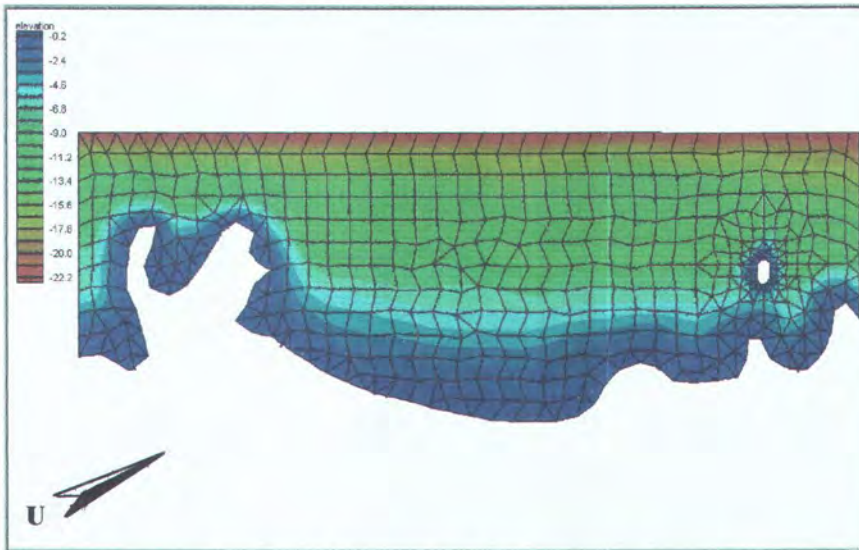
Langkah selanjutnya adalah menghubungkan titik-titik tersebut menjadi mesh elemen (**Gambar 4.5**). Untuk dapat mengetahui masing-masing elemen sudah kontinyu, maka selanjutnya dilakukan running model dengan menggunakan model geometri (*.geo) SMS 6.0 yaitu modul GFGEN. Hasil model running model untuk kondisi saat ini dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4. 4 Mesh Elemen Model Pantai Kedung Semat.

Jumlah titik model kontur (Insert)

Hasil meshing tersebut dapat diset menjadi tampilan kontur dasar laut sesuai dengan kedalamannya dalam warna yang berbeda tiap kedalamannya. **Gambar 4.5** adalah hasil meshing dari SMS 6.0 yang dianggap sesuai dengan kontur yang ada di lapangan.

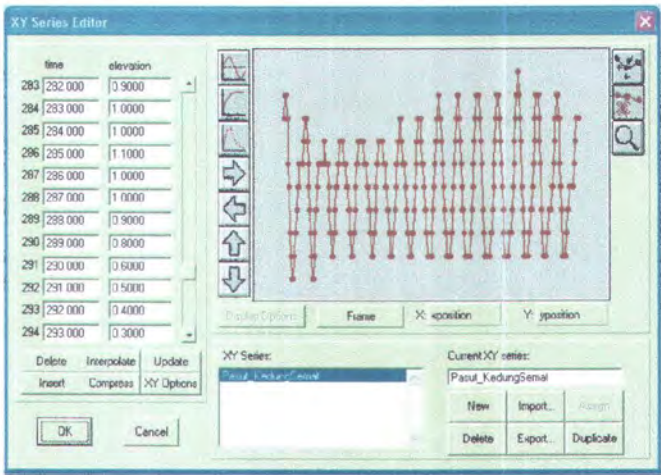


Gambar 4. 5 Mesh Elemen Model Pantai Kedung Semat.

4.2.2 Penginputan Kondisi Batas

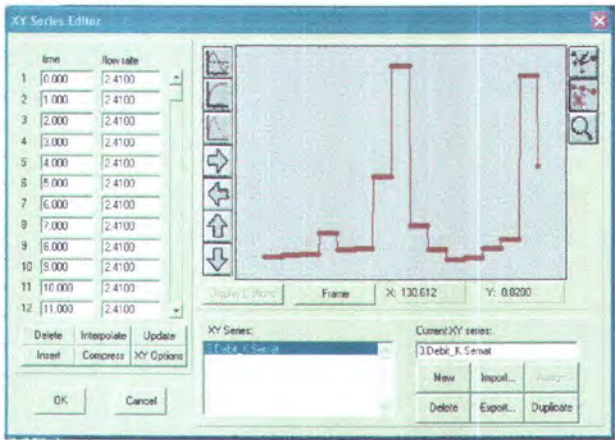
Setelah model kontur dasar laut selesai, kemudian dilakukan penginputan data pasang surut dan debit sungai. Penginputan data pasang surut dan debit sungai tersebut dilakukan dengan terlebih dahulu merubah file menjadi berekstensi *.xys. Data pasang surut yang dimasukkan adalah data pasang surut dari data Hydros TNI AL pada bulan Januari tahun 2004 selama 15 hari.

Data pasang surut diinputkan sebagai *head* (elevasi muka air), yaitu kondisi batas dari laut lepas. Contoh grafik yang terbentuk dalam penginputan pasang surut tersebut sebagai berikut.



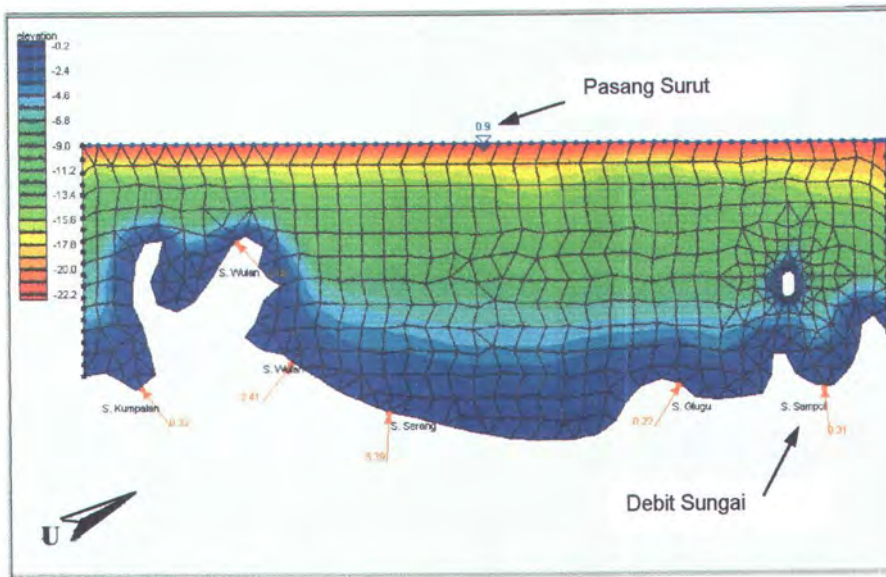
Gambar 4. 6 Contoh grafik input dari data pasang surut

Penginputan data debit sungai diinputkan pada enam kondisi batas. Debit sungai yang dipasang adalah Sungai Kumpalan , Sungai Wulan, Sungai Serang, Sungai Glugu, dan Sungai Sampol.



Gambar 4. 7 Contoh grafik input dari data debit sungai

Data-data yang telah ada, meliputi model kontur, kondisi batas dari pasang surut dan debit sungai, diinputkan ke model kontur seperti pada Gambar 4.8 di bawah ini. Dari hasil input tersebut dapat digunakan untuk menganalisa pola arus dan pola sedimen.



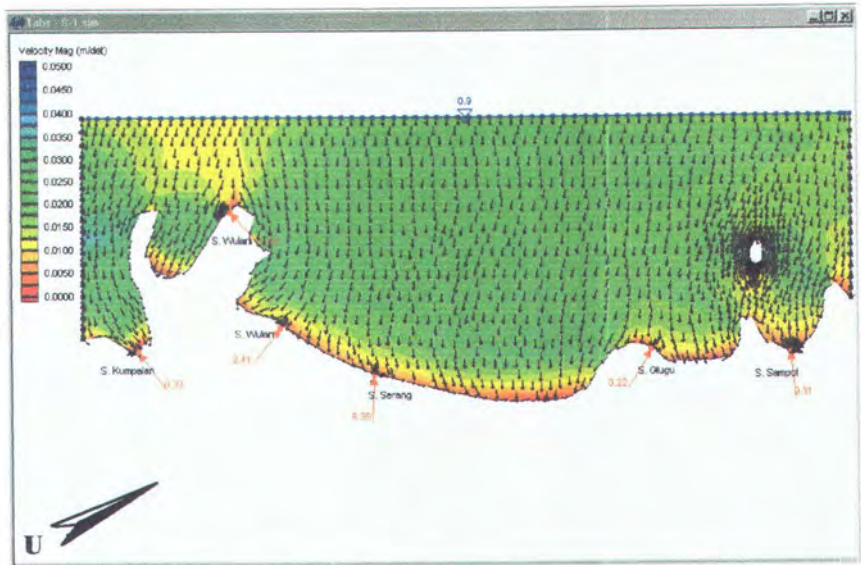
Gambar 4. 8 Hasil input model kontur dan kondisi batas.

4.3 Analisa Pola Arus

4.3.1 Pola Arus pada Kondisi HWL, MSL, dan LWL

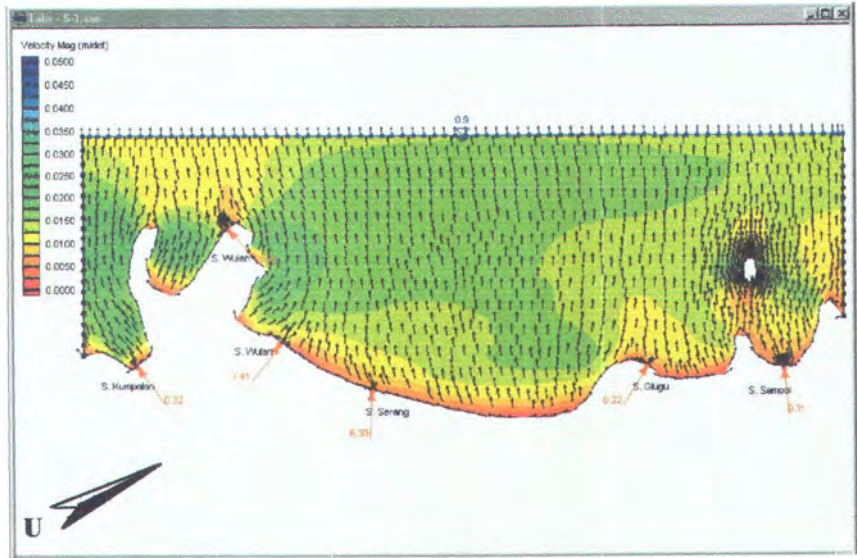
Running yang dilakukan pada simulasi ini adalah 360 time step (1 time step adalah pengukuran tiap jam) atau sama dengan 15 hari pengukuran tiap jam, telah mencakup satu siklus pasang surut yang meliputi pasang purnama dan perbani. Dari data pasang surut pada **Lampiran**, pasang tertinggi (HWL) terjadi pada time step 285 dengan elevasi 1,1 m, kondisi pasut rerata (MSL) terjadi pada time step 54 dengan elevasi sebesar 0,6 m, dan kondisi surut terendah (LWS) terjadi pada time step 34 dengan elevasi sebesar 0,2 m.

► Pola arus pada kondisi HWL



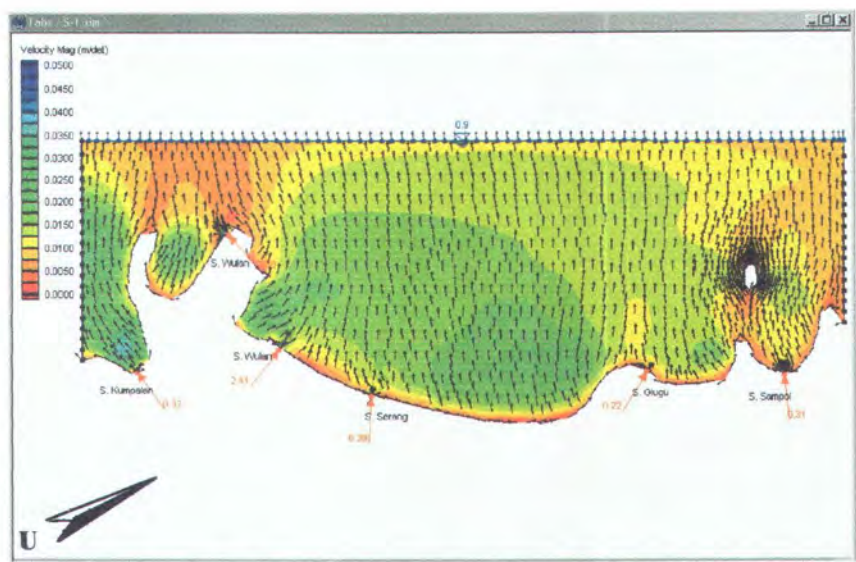
Gambar 4. 9 Pola arus pada kondisi pasang tertinggi (HWL)

► Pola arus pada kondisi MSL



Gambar 4. 10 Pola arus pada kondisi muka air laut rerata (MSL)

► Pola arus pada kondisi LWS



Gambar 4. 11 Pola arus pada saat surut terendah (LWS)

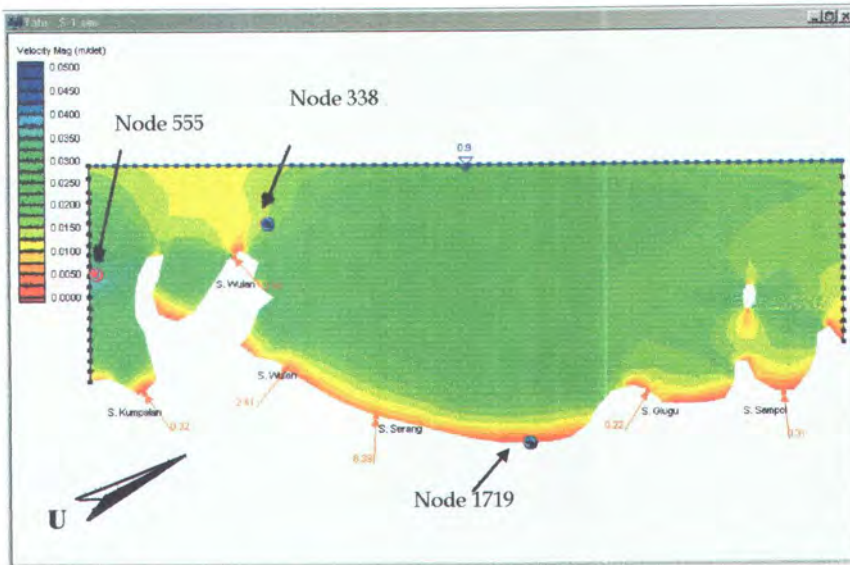
4.3.2 Kecepatan dan Arah Arus

Kecepatan arus yang terjadi di pantai Kedung Semat Jepara selama 15 hari pada kecepatan maksimum terjadi pada node 555, kecepatan arus rata-rata terjadi pada node 338, dan kecepatan minimum terjadi pada node 1719. besar kecepatan dan arah arus tersebut terhadap kondisi HWL, MSL, dan LWS terdapat pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 Kecepatan dan arah arus maksimum, rata-rata dan minimum selama 15 hari

Kecepatan Arus	HWL = 1.1 m		MSL = 0.6 m		LWS = 0.2 m	
	Kecepatan (m/s)	α (°)	Kecepatan (m/s)	α (°)	Kecepatan (m/s)	α (°)
Maksimum	3.49 E-02	65.54	2.64 E-02	68.08	2.89 E-02	65.68
Rata-rata	1.58 E-02	-75.67	1.36 E-02	-68.47	8.95 E-03	-62.25
Minimum	8.4 E-05	0.43	4.13 E-05	0.43	1.42 E-05	0.43

Dari tabel di atas, letak node pada peta kontur dasar laut dapat dilihat pada Gambar 4.12 dibawah ini. Perhitungan kecepatan arus dan arah arus didapatkan dari output RMA2 yang merupakan besar kecepatan arus tiap node-nya.



Gambar 4. 12 Letak node kecepatan arus maksimum, kecepatan arus rata-rata dan kecepatan arus minimum

4.4 Analisa Pola Sedimentasi

4.4.1 Pola Sedimentasi

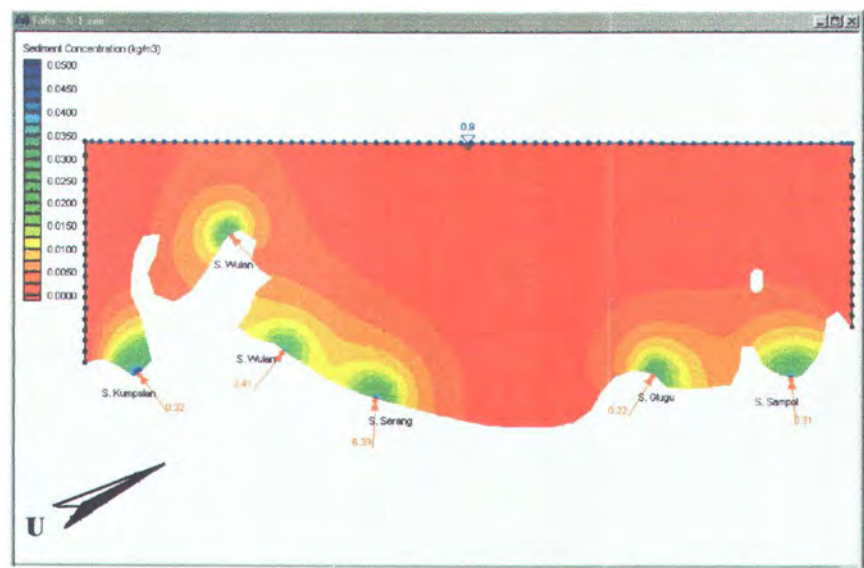
Setelah proses running RMA2 selesai, selanjutnya dilakukan running SED2D. Pada proses running maka akan didapatkan file-file yang berhubungan dengan sedimentasi. File-file tersebut antara lain file yang berekstensi *.sed, *.ot3, *.bs, dan *_out.geo.

Penyebaran konsentrasi sedimen pada pantai Kedung Semat terjadi disebabkan oleh transpor sedimen dari sungai. Besarnya volume penyebaran konsentrasi sedimen di pantai Kedung Semat terdapat pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Besar volume penyebaran konsentrasi sedimen selama 15 hari

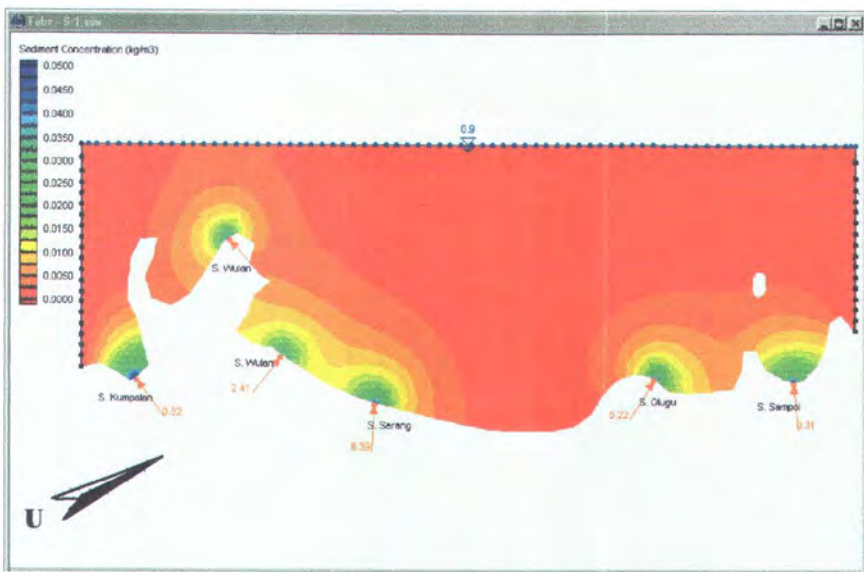
Penyebaran konsentrasi sed.	HWL = 1.1 m	MSL = 0.6 m	LWS = 0.2 m
Maksimum	1.25 E-01 kg/m ³	1.25 E-01 kg/m ³	1.25 E-01 kg/m ³
Rata-rata	6.48 E-03 kg/m ³	6.54 E-03 m ³ /s	6.58 E-03 kg/m ³
Minimum	0.00 kg/m ³	0.00 kg/m ³	0.00 kg/m ³

► Pola penyebaran konsentrasi sedimentasi pada kondisi HWL



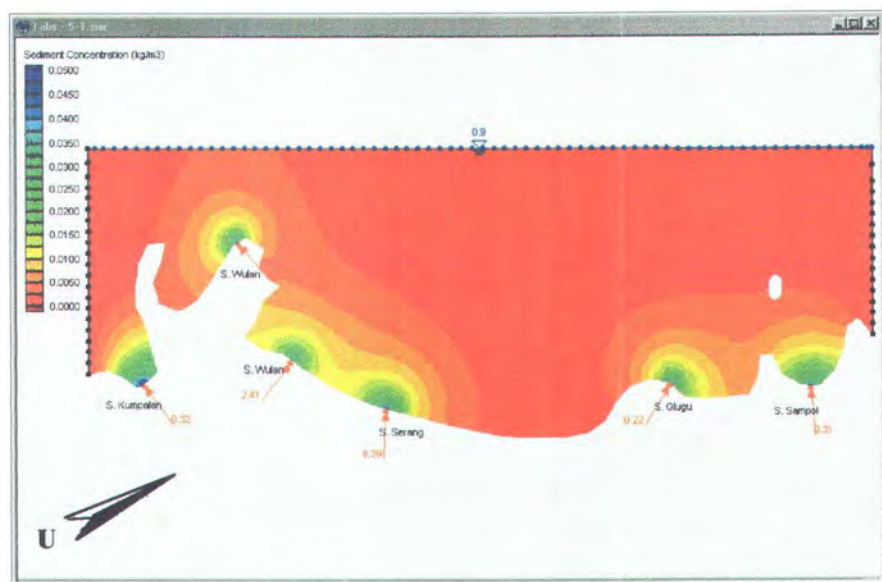
Gambar 4. 13 Pola sedimentasi pada kondisi HWL

► Pola penyebaran konsentrasi sedimentasi pada kondisi MSL



Gambar 4. 14 Pola sedimentasi pada kondisi MSL

► Pola penyebaran konsentrasi sedimentasi pada kondisi LWS



Gambar 4. 15 Pola sedimentasi pada kondisi LWS

Dari ketiga gambar di atas, letak node terjadi terjadinya penyebaran terbesar adalah pada setiap muara sungai. Pada tabel berikut ini letak node penyebaran konsentrasi sedimen pada kondisi HWL, MSL, and LWS.

Tabel 4. 4 Letak node terjadinya penyebaran konsentrasi sedimen

Penyebaran konsent. sed	HWL	MSL	LWS
Maksimum	737, 1468, 1612, 1663, 1701, 1741	737, 1468, 1612, 1663, 1701, 1741	737, 1468, 1612, 1663, 1701, 1741
Rata-rata	461	885	1451
Minimum	-	-	-

4.4.2 Perubahan Kontur Dasar Laut

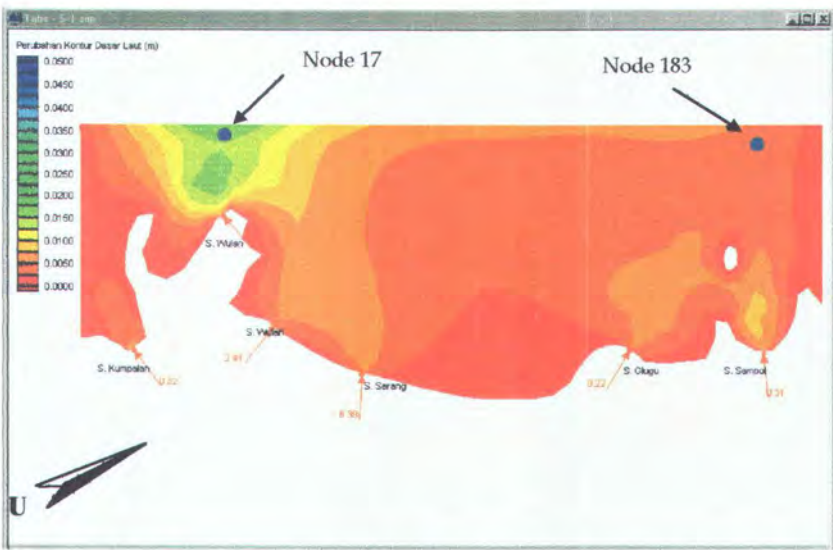
Perubahan kontur dasar pantai Kedung Semat terjadi disebabkan oleh terendapnya sedimen pada suatu lokasi sehingga sedimen tersebut mengumpul. Besarnya perubahan kontur dasar laut di pantai Kedung Semat selama 15 hari terdapat pada tabel berikut.

Tabel 4. 5 Besar perubahan kontur dasar laut selama 15 hari

Perubahan kontur dsr. laut	HWL = 1,1 m	MSL = 0.6 m	LWS = 0.2 m
Maksimum	17.68 mm	7.03 mm	6.12 mm
Rata-rata	4.27 mm	2.04 mm	1.84 mm
Minimum	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm

► Pola Perubahan Kontur Dasar Laut pada kondisi HWL

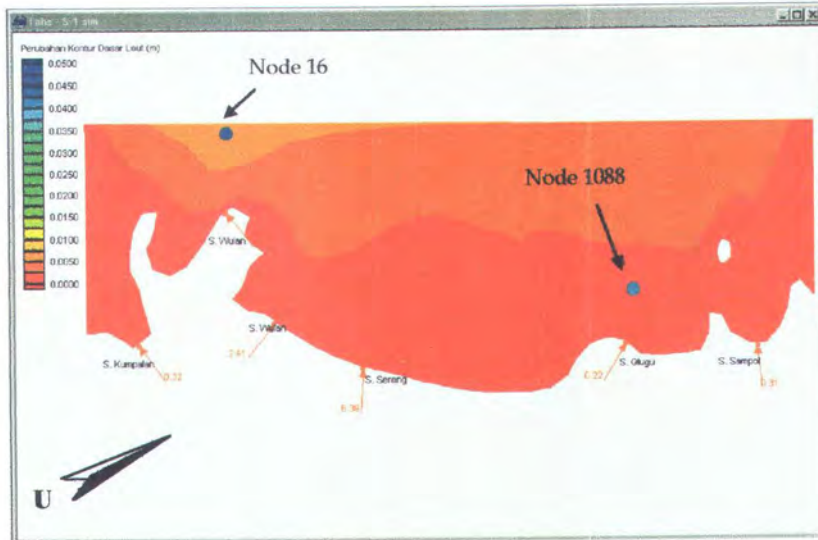
Pada kondisi HWL perubahan kontur dasar laut maksimum terjadi pada node 17 dan perubahan kontur dasar laut rata-rata terjadi pada node 183.



Gambar 4. 16 Pola perubahan kontur dasar laut pada kondisi HWL

► Pola Perubahan Kontur Dasar Laut pada kondisi MSL

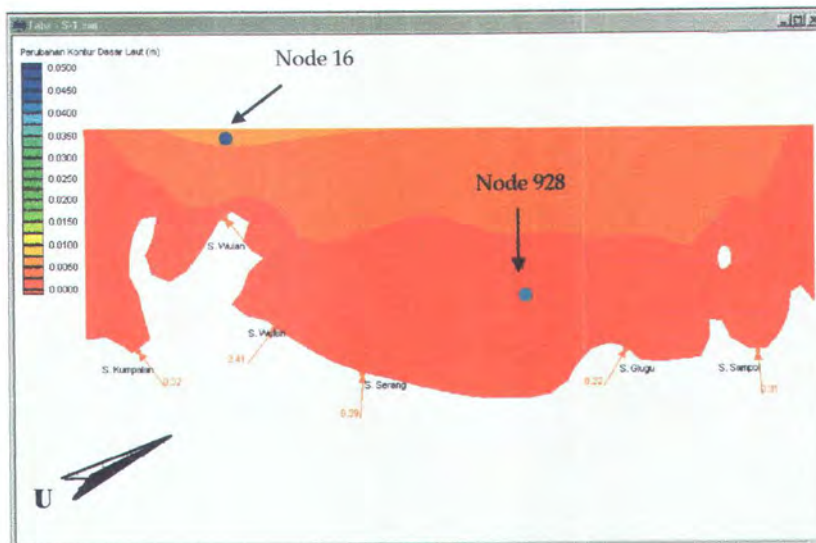
Pada kondisi MSL perubahan kontur dasar laut maksimum terjadi pada node 16 dan perubahan kontur dasar laut rata-rata terjadi pada node 1088.



Gambar 4. 17 Pola perubahan kontur dasar laut pada kondisi MSL

► Pola Perubahan Kontur Dasar Laut pada kondisi LWS

Pada kondisi MSL perubahan kontur dasar laut maksimum terjadi pada node 16 dan perubahan kontur dasar laut rata-rata terjadi pada node 928.

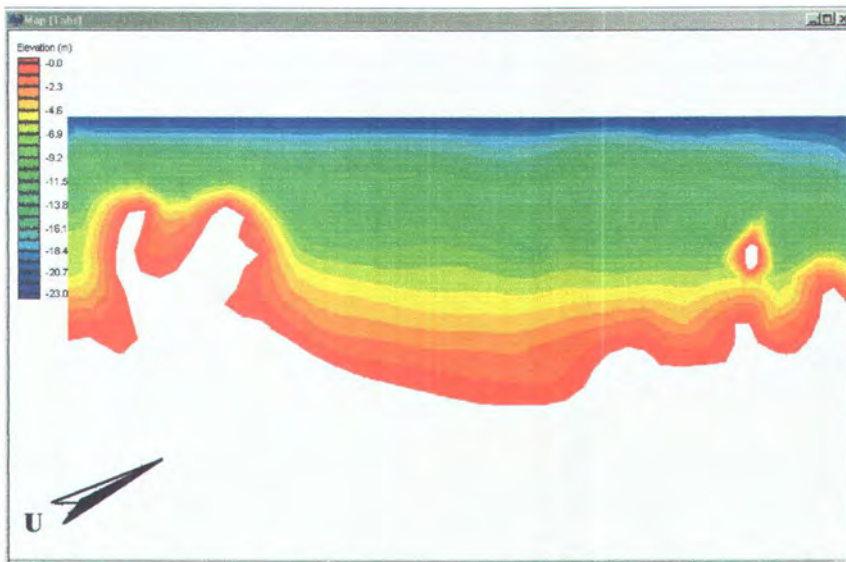


Gambar 4. 18 Pola perubahan kontur dasar laut pada kondisi LWS

4.4.3 Perubahan Geometri

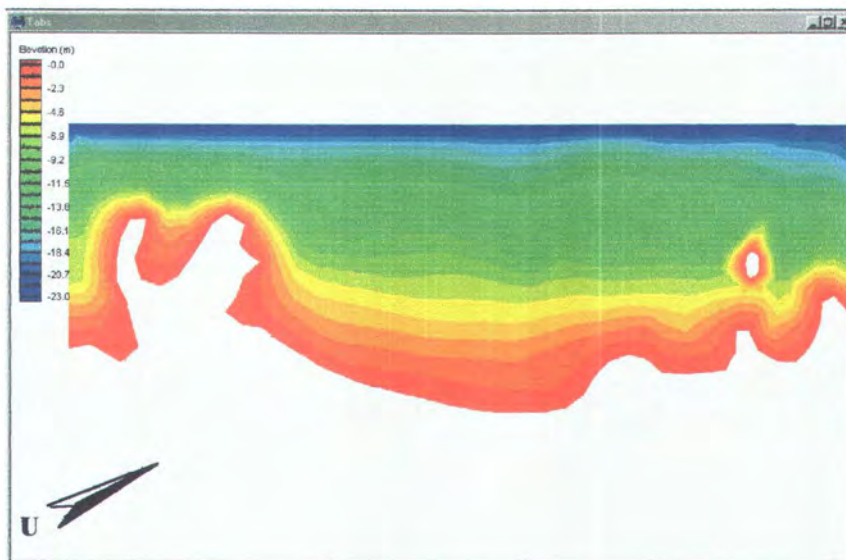
Hasil running dari SED2D salah satunya adalah file yang berektensi *.sed.geo. Ekstensi file tersebut sama dengan file awal pembuatan model simulasi. Namun file hasil running dari SED2D ini adalah perubahan geometri dari kontur dasar sebelum simulasi sedimentasi.

► **Kondisi geometri sebelum simulasi**



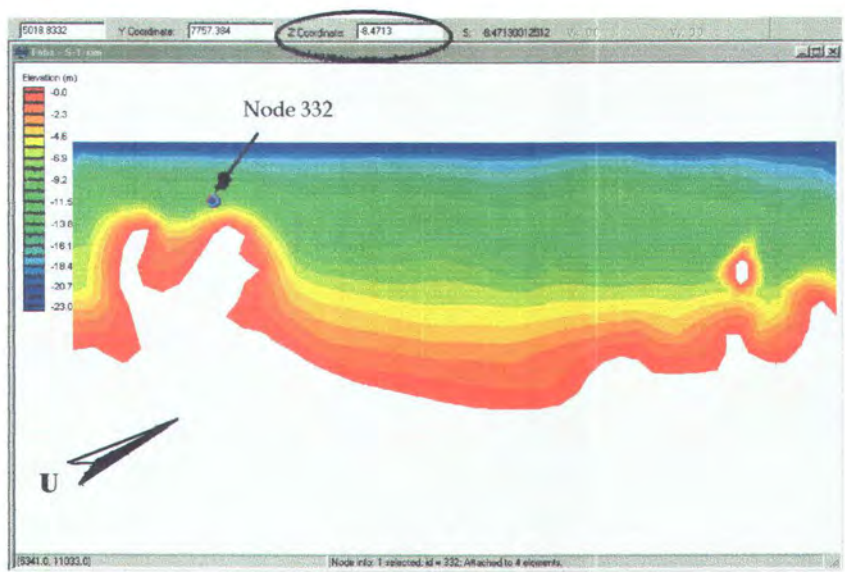
Gambar 4. 19 Kondisi geometri sebelum simulasi

► **Kondisi geometri sesudah simulasi**

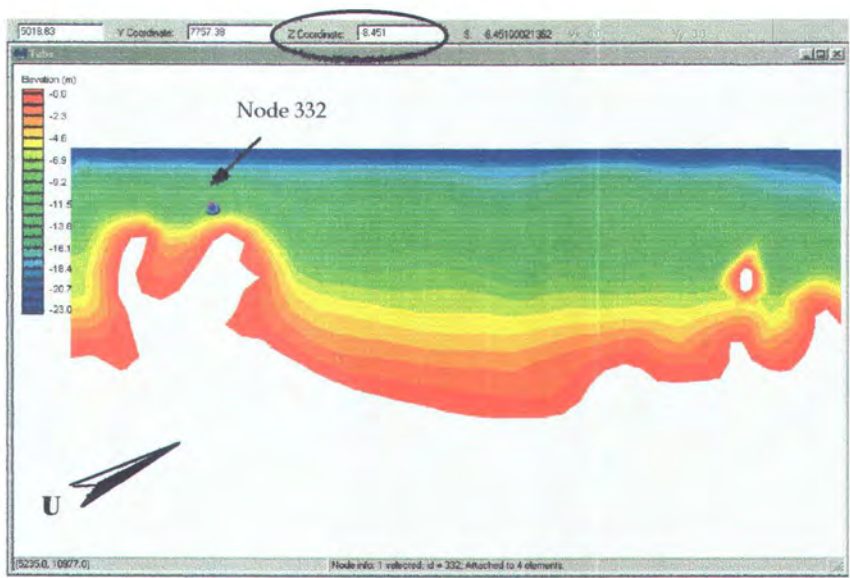


Gambar 4. 20 Kondisi geometri sesudah simulasi

Untuk melihat perbedaan perubahan geometri sebelum dan sesudah simulasi, berikut ini gambar yang akan menjelaskan perubahan geometri awal dan geometri akhir. Perbandingan kedalaman di beberapa titik sample pada **Gambar 4.21** kedalaman pada node 332 adalah -8.4713 m, sedangkan pada **Gambar 4.22** kedalaman pada node 332 adalah -8.451 m. Jadi pada lokasi tersebut terjadi penambahan sedimen (akresi) sebesar 20.3 mm selama 15 hari.

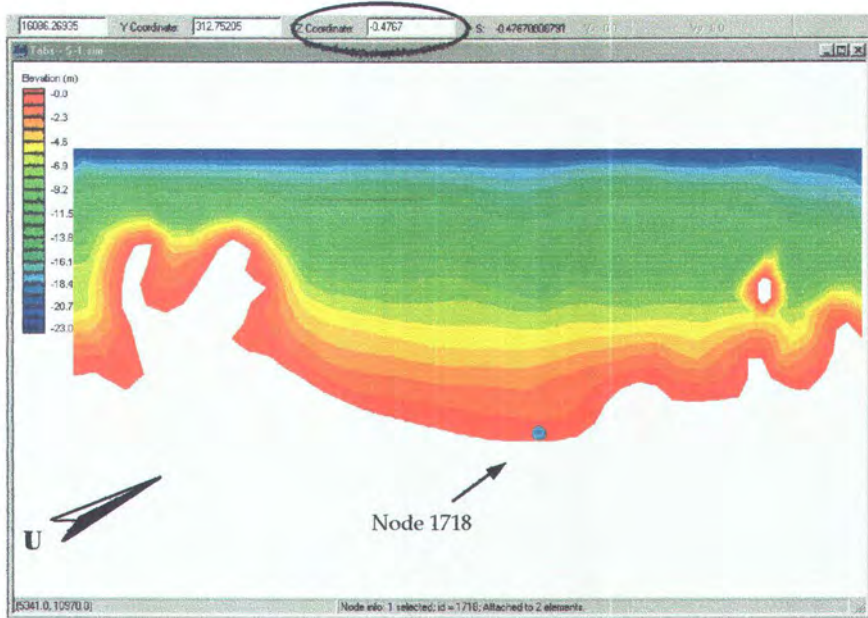


Gambar 4. 21 Elevasi (kedalaman) pada node 332 kondisi geometri sebelum simulasi

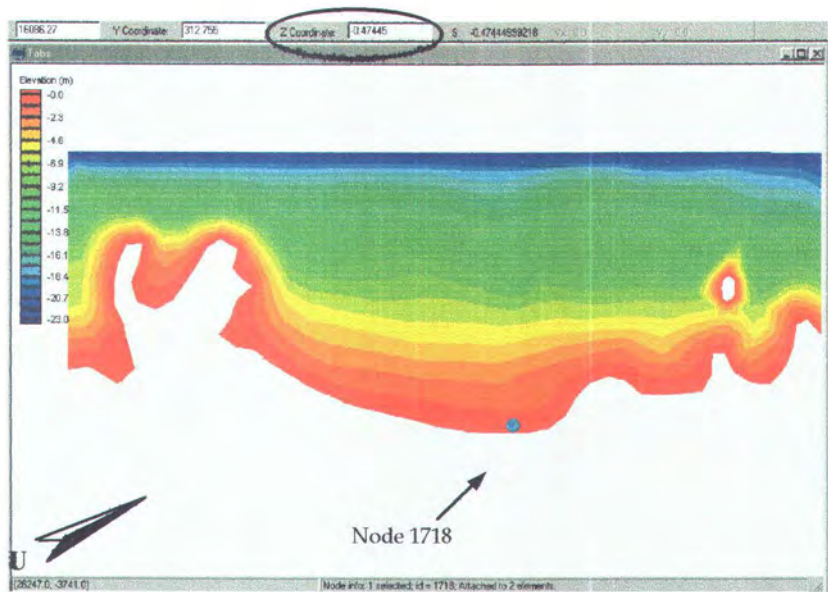


Gambar 4. 22 Elevasi (kedalaman) pada node 332 kondisi geometri sesudah simulasi

Pada perbandingan kedalaman pada **Gambar 4.23** kedalaman pada node 1718 adalah -0.4767 m, sedangkan pada **Gambar 4.24** kedalaman pada node 1718 adalah -0.47445 m. Jadi pada lokasi tersebut terjadi penambahan sedimen (akresi) sebesar 2.25 mm selama 15 hari.



Gambar 4. 23 Elevasi (kedalaman) pada node 1718 kondisi geometri sebelum simulasi

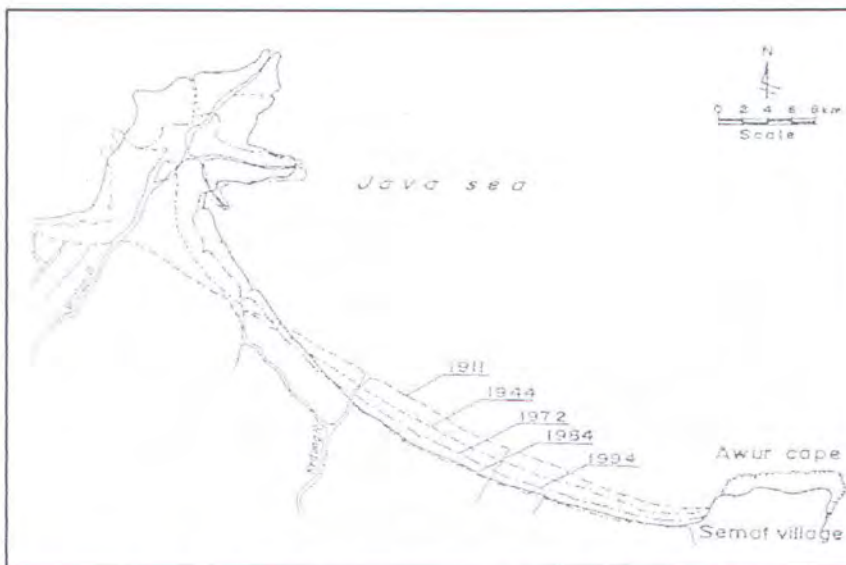


Gambar 4. 24 Elevasi (kedalaman) pada node 1718 kondisi geometri sesudah simulasi

4.4 Validasi

4.4.1 Perubahan Garis Pantai

Dari hasil penelitian yang dilakukan Syamsudin dkk pada tahun 1985, di sepanjang pantai Kedung Semat mengalami perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.25, perubahan garis pantai terjadi antara Tanjung Jepara sampai Lohbener, wilayah pantai diklasifikasikan menjadi 4 bagian. Pantai Kedung Semat antara Tanjung Awur sampai K. Bunder merupakan bagian 2, yaitu bagian pantai berkarang (Syamsudin, 1996).



Gambar 4. 25 Perubahan Garis Pantai Kedung Semat

4.4.2 Analisa dengan Metode CERC

Analisa perhitungan sedimentasi dengan menggunakan metode CERC ini adalah dengan cara daerah pantai Kedung Semat dibagi menjadi 176 pias sel dengan jarak antar sel sejauh 62,5 meter. Setiap ruas (sel) tersebut mempunyai semua unsur dari sedimen yang masuk dan yang keluar. Dan

pada CERC ini untuk meninjau terjadinya transpor sedimen tersebut diantara terjadinya gelombang pecah dan garis pantai dengan menggunakan gelombang sebagai pembangkitnya.

Analisa perubahan garis pantai dilakukan agar kita dapat memprediksi perubahan garis pantai untuk masa yang akan datang. Dalam pemodelan perubahan garis pantai diperlukan asumsi dasar sebagai berikut :

1. Data topografi, data gelombang (periode, tinggi gelombang dan arah gelombang), serta koordinat garis pantai. Dalam perhitungan ini arah gelombang yang digunakan adalah arah gelombang dominan yaitu arah Barat Laut dan Barat.
2. Kontur kedalaman dianggap paralel membentuk sudut 90^0 terhadap arah mata angin.
3. Pantai Kedung Semat dibagi menjadi 176 sel (pias) dengan panjang setiap piase (ΔX) adalah 62,5 m

Data yang digunakan dalam perhitungan perubahan garis pantai merupakan data gelombang pecah yang terdiri dari; tinggi gelombang pecah (H_b), kedalaman tempat gelombang pecah (d_b), celerity gelombang pecah (C_b) dan sudut gelombang pecah. Selain data-data tersebut, digunakan juga peta garis pantai awal sebagai awal garis pantai tiap piase. Hasil perhitungan refraksi gelombang untuk tinggi gelombang terbesar berdasarkan arah masing-masing sebagaimana pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Analisa Refraksi Gelombang Pantai Kedung Semat

Komponen Refraksi		Barat	Barat Laut
Sudut gelombang datang	φ_o	25	20
Tinggi gelombang refraksi (m)	H	1.99	2.96
Tinggi gelombang pecah (m)	Hb	1.337	1.766
Celirity gelombang pecah (m/dt)	Cb	4.10	4.71
Kedalaman gelombang pecah (m)	db	1.712	2.261

Sudut gelombang pecah gelombang pecah dan litoral drift dihitung dari sel i ke sel $i + 1$ untuk jangka waktu Δt . $Tan\ 0$ menyatakan $\tan\ \alpha_o$, menunjukkan besarnya sudut gelombang datang terhadap garis pantai dan hasilnya sebagaimana pada **Tabel 4.6** dengan arah gelombang dominan untuk masing-masing arah. Jika $y_i = y_i + 1$ maka $\alpha_i = 0$, dengan demikian maka $\alpha_b = \alpha_o$, dimana $Tan\ B$ menyatakan $Tan\ a_b$. Perhitungan $Sin\ a_b$ dan $Cos\ a_b$ digunakan untuk mengevaluasi *littoral drift*, ini dilakukan setelah menentukan α_b dan arah pergerakan *littoral drift*.

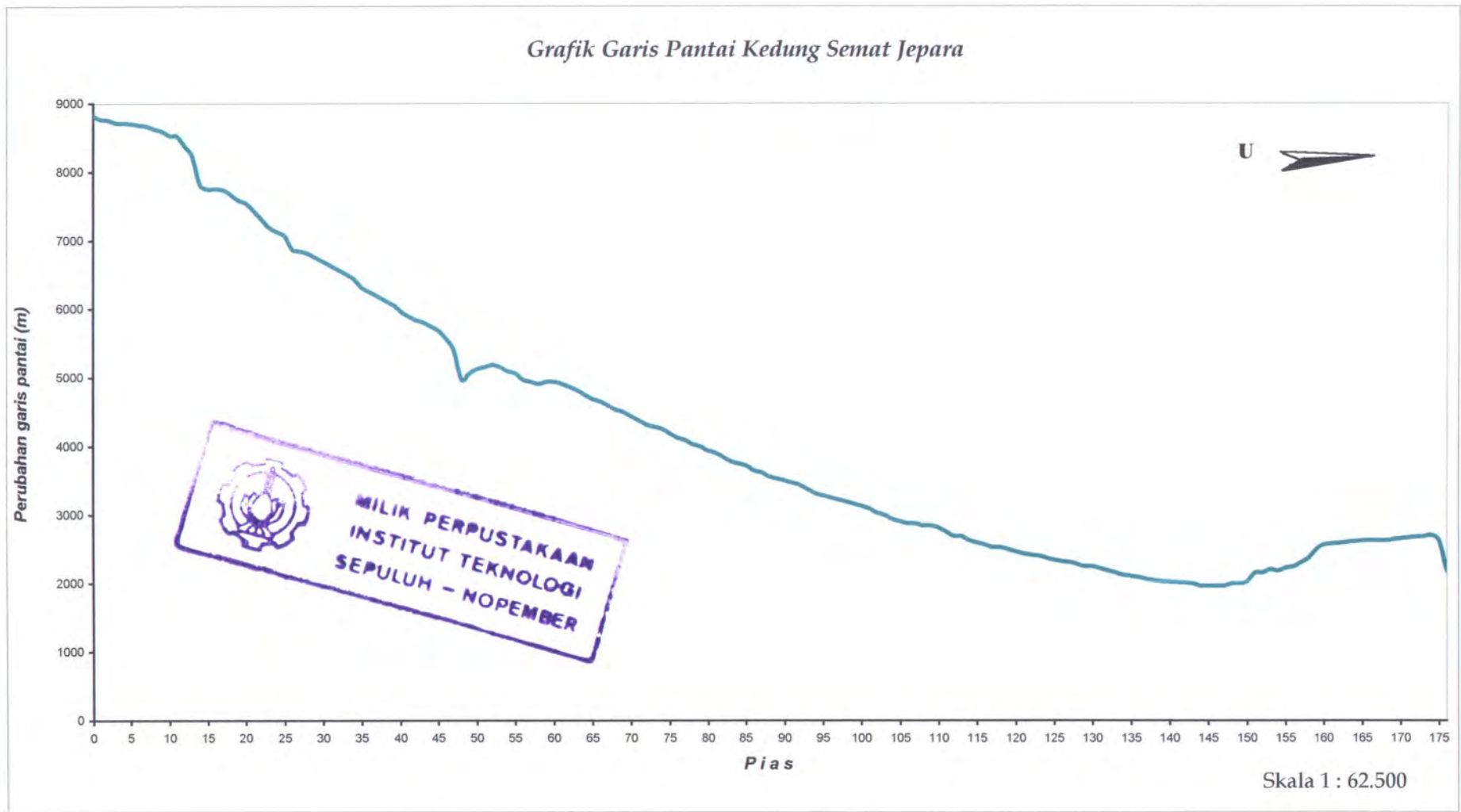
Perhitungan dilakukan dengan menghitung transpor sedimen (Q_i) diantara sel i dan $i+1$, jika $Q_i (-)$, maka sedimen berpindah dari sel $i+1$ ke sel i . Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan berulang-ulang hingga pias ke 176. perubahan garis pantai (Dy) dapat menentukan jangka waktu (Dt). Koordinat garis pantai yang baru dapat diperoleh setelah menjumlahkan koordinat pantai awal (y) dengan perubahan garis pantai (Dy).

Selanjutnya dari data di atas dilakukan perhitungan perubahan garis pantai dengan pada tiap-tiap pias untuk waktu tertentu. Gambar 4. akan memberikan gambaran mulai dari kondisi pantai sebelum terjadi erosi dan

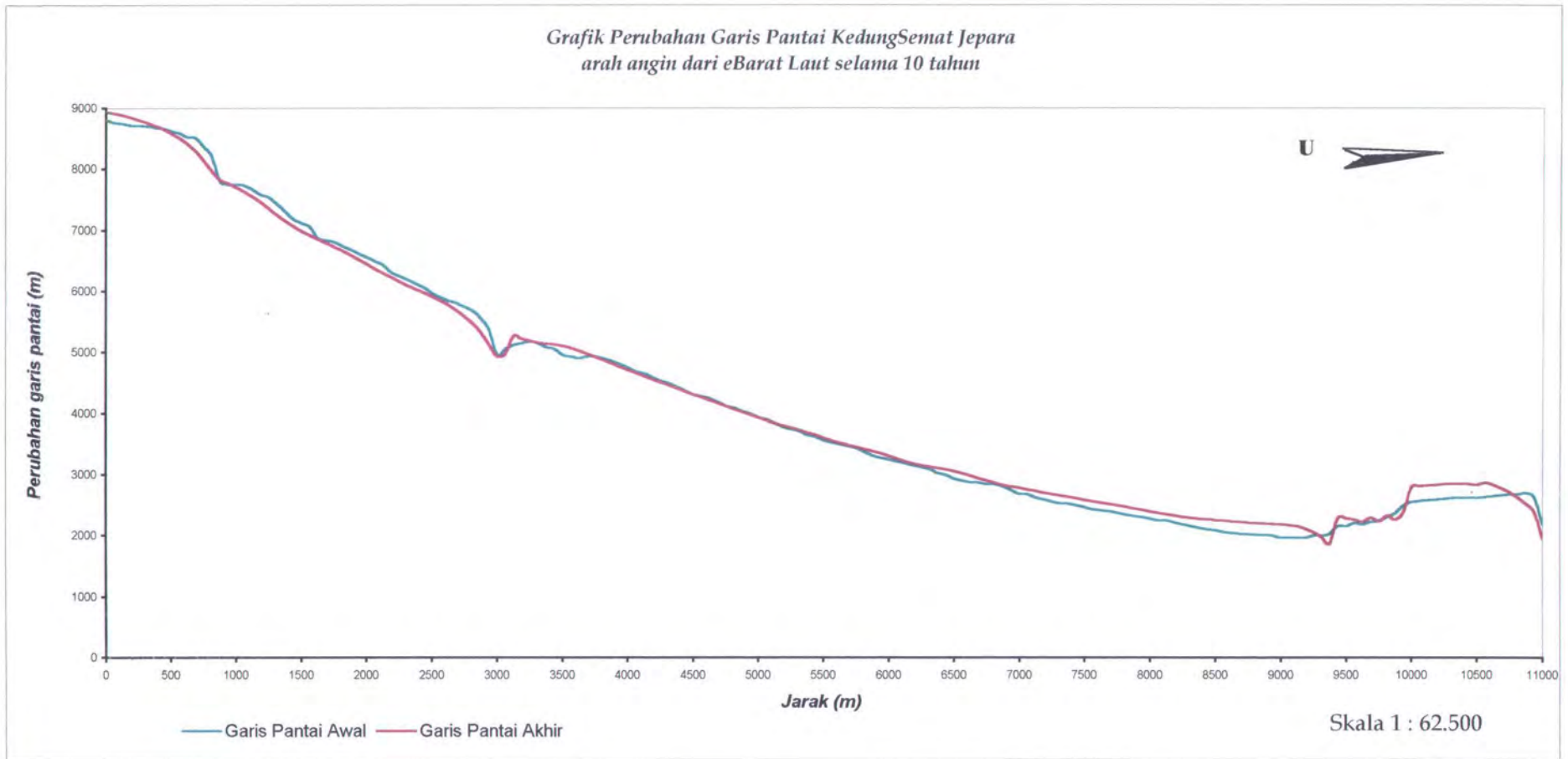
akresi (Y_{awal}), besarnya kemajuan/kemunduran dari garis pantai (ΔY), posisi garis pantai setelah erosi dan akresi (Y_{akhir}), dan besarnya *littoral drift* berikut arahnya.

Besar perubahan garis pantai setelah dilakukan perhitungan dengan metode CERC, didapatkan nilai Y_{akhir} . Yaitu nilai Y_{akhir} selama 10 tahun terhadap nilai Y_{awal} . Dari perhitungan CERC terhadap arah angin dominan dari arah barat besar perubahan garis pantai Kedung Semat sebesar 21 meter selama 10 tahun. Pantai yang mengalami erosi terbesar terjadi pada pias 21 sebesar 111,65 m selama 10 tahun, sedang yang mengalami sedimentasi terjadi pada pias 11 sebesar 107.95 m selama 10 tahun.

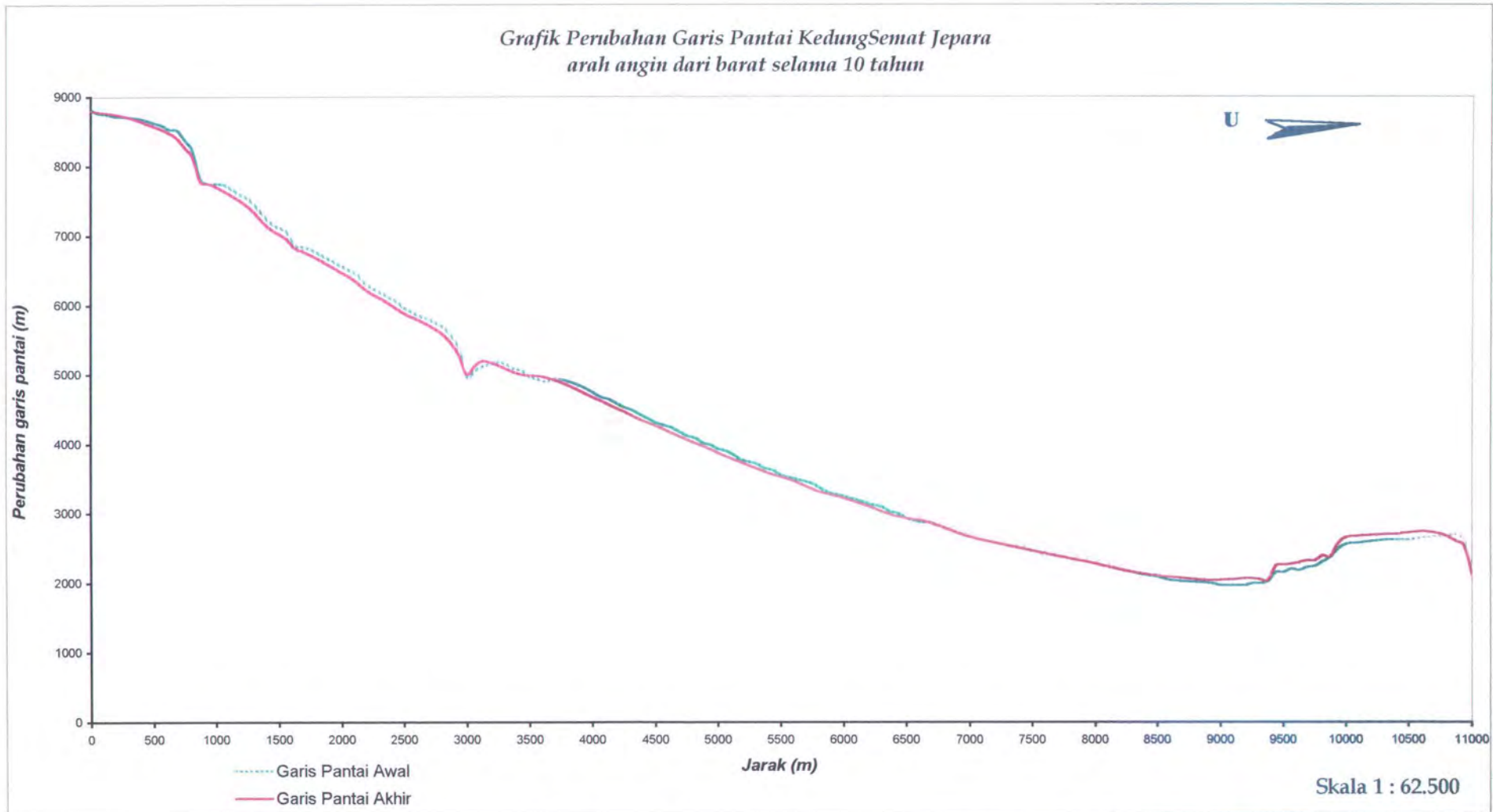
Pada arah angin dominan dari arah barat laut, pantai Kedung Semat mengalami perubahan garis pantai sebesar 29.09 m selama 10 tahun. Pantai yang mengalami erosi terbesar terjadi pada pias 175 sebesar 242.45 m selama 10 tahun, sedang yang mengalami sedimentasi terjadi pada pias 162 sebesar 241,78 m selama 10 tahun. Gambar perubahan garis pantai dapat dilihat pada **Gambar 4.27** dan **Gambar 4.28**.



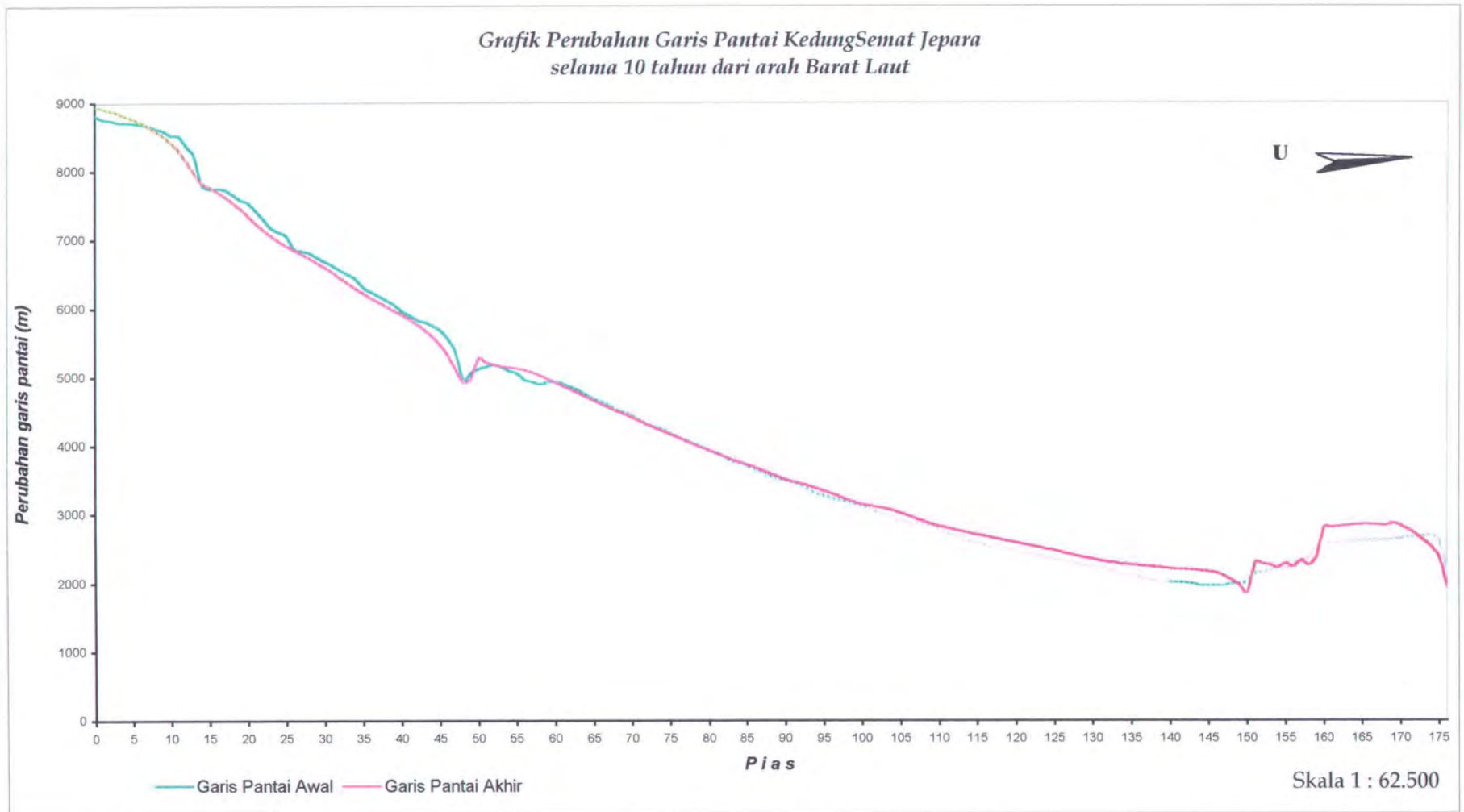
Gambar 4. 26 Kondisi awal pantai Kedung Semat dengan menggunakan metode CERC



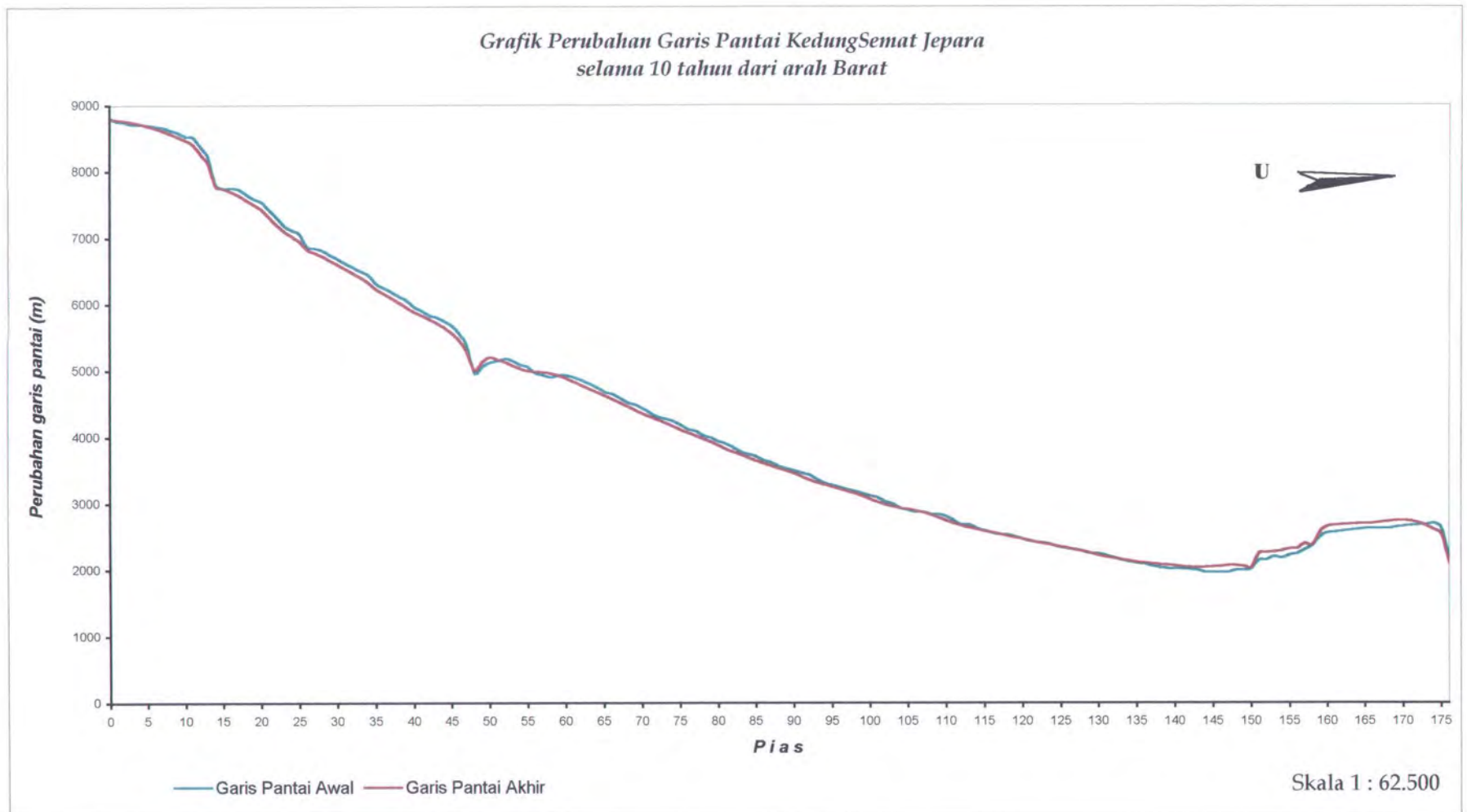
Gambar 4. 27 Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat Jepara arah angin dari Barat Laut selama 10 tahun



Gambar 4. 28 Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat Jepara arah angin dari Barat Laut selama 10 tahun



Gambar 4. 29 Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat Jepara arah angin dari Barat Laut selama 10 tahun terhadap pias.



Gambar 4. 30 Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat Jepara arah angin dari Barat Laut selama 10 tahun terhadap pias

4.4.3 Laju Sedimentasi

Perhitungan laju sedimentasi akan didapatkan komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah (P_1). Perhitungan laju sedimentasi dilakukan pada berbagai arah datang gelombang, berdasarkan rumus CERC untuk menentukan besar sedimentasi di Pantai Kedung Semat.

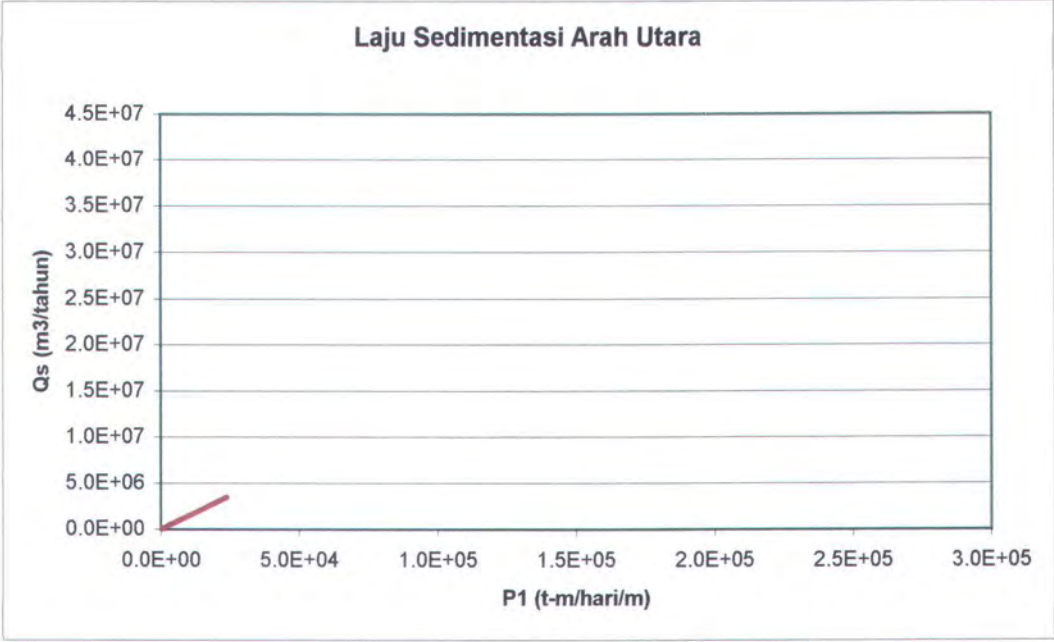
Tabel 4. 7 Perhitungan Laju Sedimentasi dari berbagai arah datang gelombang

Arah	Hs	Ts	L	C	Ks	Kr
Utara	1.184	5.325	26.867	5.046	0.9	1
Barat Daya	0.730	3.858	26.867	6.964	0.9	1
Barat	1.988	7.522	26.867	3.572	0.9	1
Barat Laut	2.962	9.813	27.867	2.840	0.9	1

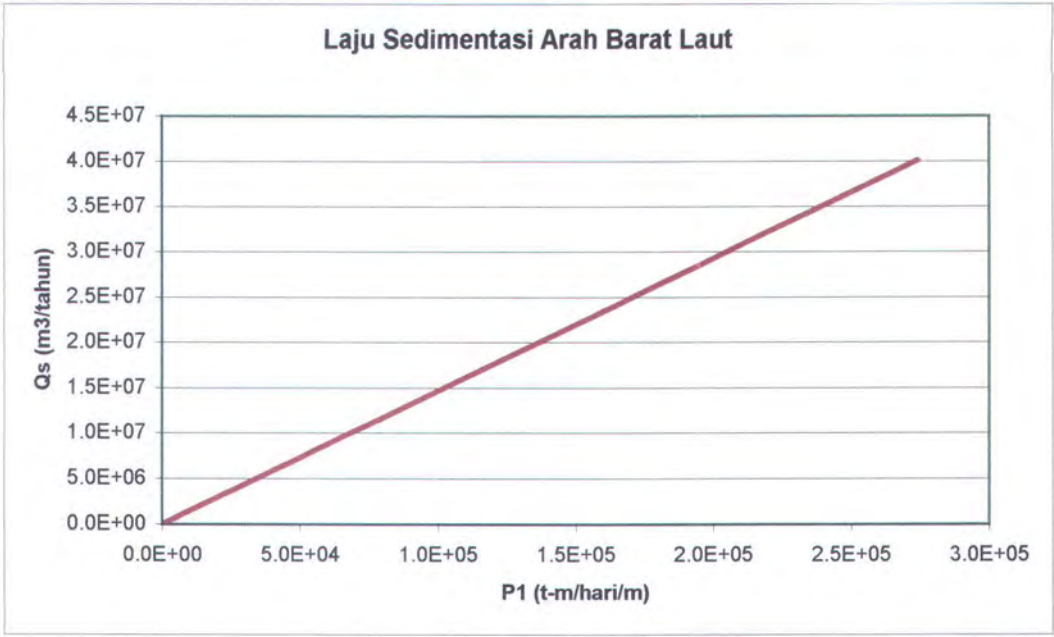
H'o	Hb	db	Cb	P1 (t-m/ hari/m)	Qs (m ³ /th)
1.066	0.947	1.212	3.448	13373.731	1957446.11
0.657	0.686	0.878	2.935	5976.652	874772.69
1.789	1.338	1.712	4.098	31717.265	4642297.46
2.666	1.766	2.261	4.710	63575.002	9305155.22

Dari analisa perhitungan laju sedimentasi dari berbagai arah gelombang dominan dilihat besar laju sedimentasi yang terjadi di Pantai Kedung Semat Jepara. Volume sedimen dari arah Barat Laut dan Barat adalah yang lebih besar, hal ini disebabkan karena besar volume laju sedimen tergantung pada arah datang gelombang. Pada lokasi studi yaitu Pantai Kedung Semat arah datang gelombang dominan adalah dari Barat Laut dan Barat.

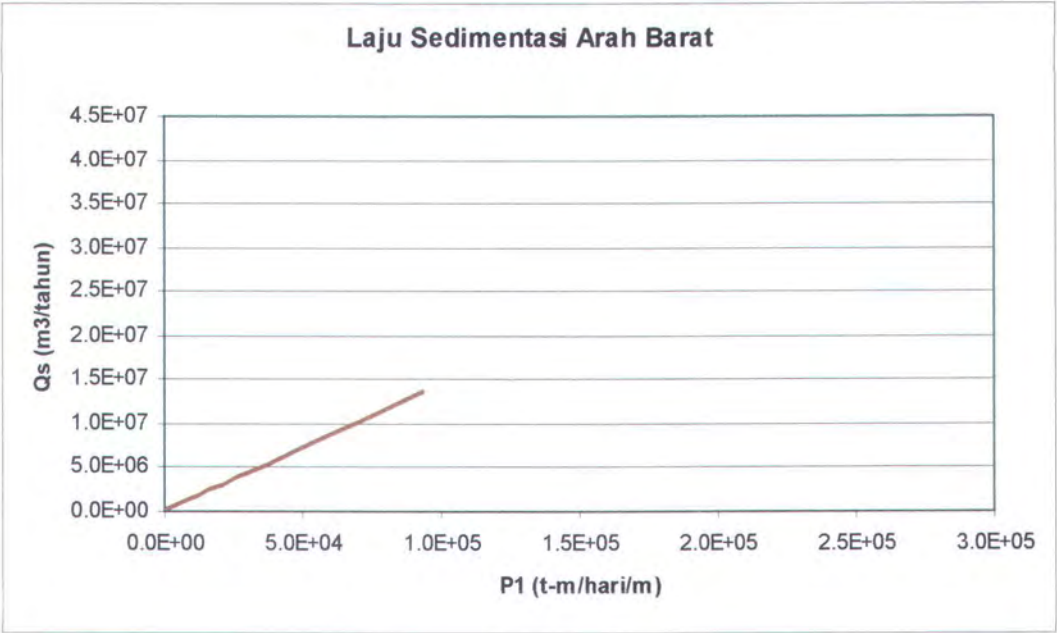
Grafik hasil analisa laju sedimentasi dari berbagai arah Pantai Kedung Semat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



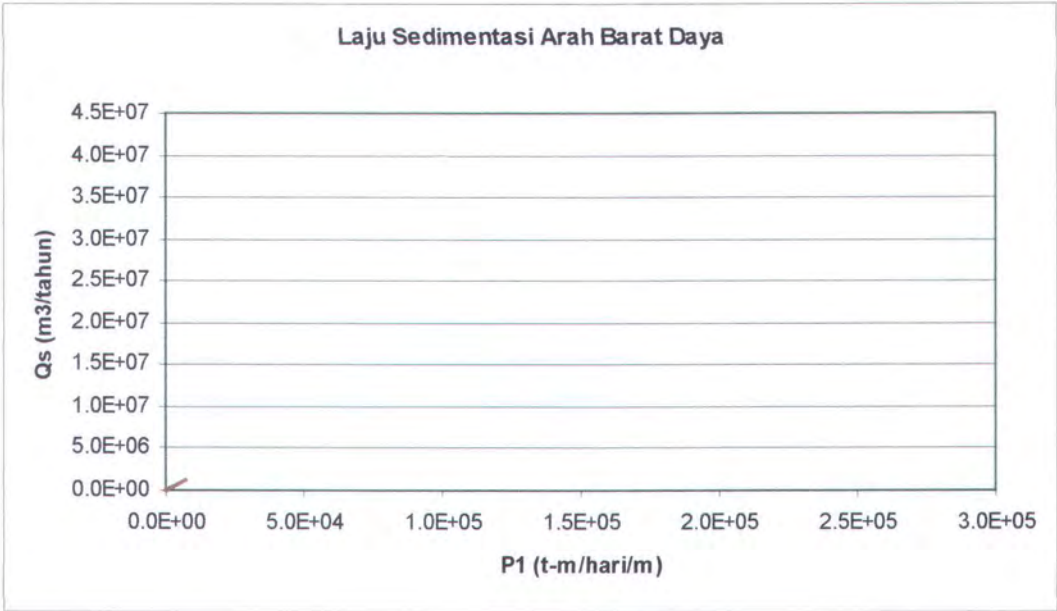
Gambar 4. 31 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Utara



Gambar 4. 32 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Barat Laut



Gambar 4. 33 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Barat

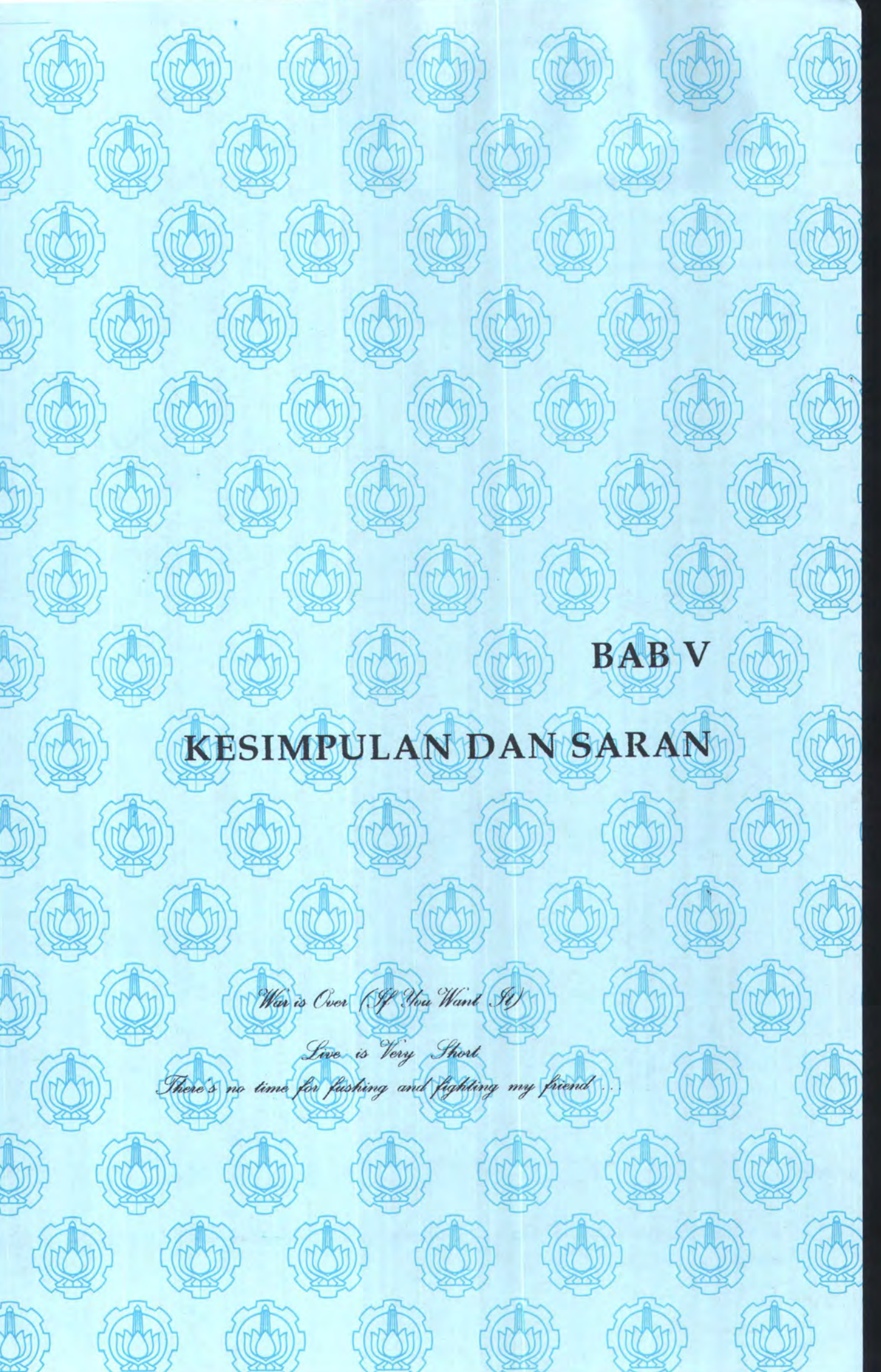


Gambar 4. 34 Grafik Laju Sedimentasi Pantai Kedung Semat dari arah Barat Daya

4.5 Pembahasan

Dari hasil simulasi dengan menggunakan software SMS versi 6.0 didapatkan pola arus dan pola sedimen yang terjadi di pantai Kedung Semat Jepara Jawa Tengah. Karena pada penggunaan software SMS versi 6.0 input yang digunakan adalah pasang surut serta debit sungai, jadi transpor sedimen yang terjadi adalah arus tegak lurus pantai (*cross current*). Dari hasil geometri akhir setelah dilakukan running sedimen, diukur setiap titiknya pada tepi pantai didapatkan bahwa pantai Kedung Semat terjadi penambahan sedimen (akresi). Dari simulasi model dengan SMS 6.0 dan perhitungan numerik dengan metode CERC dapat ditarik kesimpulan bahwa transpor sedimen yang menuju dan meninggalkan pantai/tegak lurus pantai (*onshore-offshore current*) menyebabkan penambahan sedimen (akresi) di pantai. Hal tersebut dikarenakan partikel sedimen yang terbawa ke laut (*offshore*) akan terbawa lagi ke pantai (*onshore*). Sedangkan transpor sedimen sepanjang pantai menyebabkan erosi serta akresi di sepanjang pantai, hal ini menyebabkan permasalahan bagi lingkungan pantai sekitar. Karena transpor sedimen sepanjang pantai ini menyebabkan pendangkalan di pelabuhan dan erosi pantai.

Dengan perhitungan dengan menggunakan CERC didapatkan suatu perubahan garis pantai yang diinput dari gelombang pecah, jadi jenis transpor sedimen yang terjadi di pantai Kedung Semat adalah transpor sedimen sepanjang pantai (*longshore current*). Pada perhitungan dengan CERC didapatkan perubahan garis pantai Kedung Semat di sebagian lokasinya terdapat erosi dan akresi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

War is Over (If You Want It)

Life is Very Short

There's no time for flushing and fighting my friend

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisa pemodelan dengan SMS versi 6.0 dan analisa sedimen dengan rumus CERC yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagaimana berikut :

1. Pola arus yang terjadi di pantai Kedung Semat Jepara mempunyai kecepatan maksimum terjadi pada kondisi HWL pada node 740 dengan kecepatan sebesar $3.49\text{E-}02$ m/s dan arah arus pada $\alpha = 65.68^\circ$. Sedang kecepatan arus minimum terjadi pada kondisi LWS pada node 1719 dengan kecepatan sebesar $1.42\text{E-}05$ m/s dan arah arus pada $\alpha = 0.43^\circ$.
2. Pola penyebaran konsentrasi sedimen maksimum sebesar $1.25\text{E-}01$ m³/s terjadi pada tiap titik muara sungai. Konsentrasi rata-rata pada kondisi HWL sebesar $6.48\text{E-}04$ m³/s, pada kondisi MSL sebesar $6.54\text{E-}04$ m³/s, pada kondisi MSL sebesar $6.58\text{E-}04$ m³/s. Perubahan kontur dasar laut pada kondisi HWL sebesar 1.76 mm, pada kondisi MSL sebesar 0.70 mm dan pada kondisi LWS sebesar 0.612 mm.
3. Perubahan garis pantai Kedung Semat terhadap arah angin dari barat sebesar 21 meter selama 10 tahun. Pantai yang mengalami erosi terbesar terjadi pada pias 21 sebesar 111,65 m selama 10 tahun, sedang yang mengalami sedimentasi terjadi pada pias 11 sebesar 107.95 m selama 10

tahun. Sedang perubahan garis pantai Kedung Semat terhadap arah angin dari barat sebesar 29.09 m selama 10 tahun. Pantai yang mengalami erosi terbesar terjadi pada pias 175 sebesar 242.45 m selama 10 tahun, sedang yang mengalami sedimentasi terjadi pada pias 162 sebesar 241,78 m selama 10 tahun.

Besar laju sedimentasi pantai Kedung Semat Jepara pada masing-masing masing-masing arah gelombang adalah sebagai berikut :

Utara	:	1.957.446,11	m ³ /tahun
Barat Daya	:	874.722,69	m ³ /tahun
Barat	:	4.648.897,46	m ³ /tahun
Barat Laut	:	9.305.155,22	m ³ /tahun

5.2. Saran

Beberapa saran berikut ini mungkin akan dapat berguna untuk peningkatan penelitian selanjutnya :

1. Pada software SMS versi 6.0 masih belum bisa menginputkan data gelombang sebagai input pada model, hal ini akan menyebabkan distribusi sedimen hasil dari simulasi disebabkan oleh transpor sedimen tegak lurus pantai.
2. Dengan penggunaan software yang lebih bagus lagi/versi lebih tinggi lagi (SMS versi 8.0), diharapkan dapat menginputkan faktor-faktor penyebab transpor sedimen hingga hasil yang diharapkan dapat tercapai.



DAFTAR PUSTAKA

When I'm home, everything seems to be right ...

I didn't know what I would find there ...

DAFTAR PUSTAKA

- Coastal Engineering Research Center, (1984), *Shore Protection Manual*, US Army Corp. of Engineer, Washington.
- Horikawa, K., (1987), *Coastal Engineering an Introduction to Ocean Engineering*, University of Tokyo Press.
- Pratikto, W.A., (1996), *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*, BPFE, Yogyakarta.
- Syamsudin, Kardana, Manarolhuda, (1996), *Aplikasi Teknologi Krib dalam Usaha Pengamanan Erosi Pantai Kedung Semat Jawa Tengah*, Journal Pengairan No. 37 Tahun 11 – KW II, Bandung.
- Sorensen, R.M., (1978), *Basic Coastal Engineering*, John Wiley and Sons, New York
- Triatmodjo, Bambang (1999), *Teknik Pantai*, Beta offset, Yogyakarta.
- User Guide to GFGEN Version 4.27, (1999), Resources Management Associates and Waterway Experiment Station.
- User Guide to RMA2 WES Version 4.5, (2000), Engineering Computer Graphics Laboratory, Brigham Young University.
- User Guide to Version SED2D WES 4.3, (1999), Engineering Computer Graphics Laboratory, Brigham Young University.
- User Manual to Surface-water Modeling System (SMS) Version 6.0, (1999), BOSS International Inc. and Brigham Young University.



LAMPIRAN

*Seluruh kehidupan dalam arti tertentu merupakan penyembahan kepada Tuhan,
dan semua yang kita lakukan adalah meneruskan kepada lebih banyak orang.
Hal ini bahwa kita tidak melakukannya khusus untuk diri sendiri,
melainkan untuk orang lain*

L a m p i r a n A

Peta Bathimetri

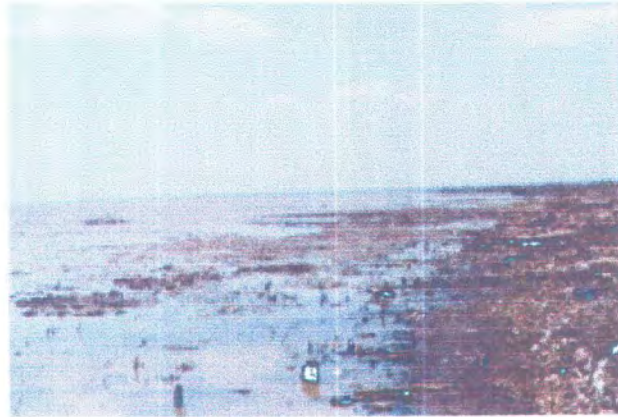
PETA BATHIMETRI PANTAI KEDUNG SEMAT



Lampiran B

Foto Hasil Survey

KONDISI PANTAI KEDUNG SEMAT







L a m p i r a n C

Data Pasang Surut

38. SEMARANG

Posisi : Lintang (Lat) : 07°.0 S (S)
(Position) Bujur (Long)
: 110°.4 T (E)

Waktu : GMT + 07.00
(Time)

Gerakan pasang surut diramalkan terhadap suatu Muka Surutan yang letaknya 6 dm di bawah DT.
(Predictions are referred to Chart Datum 6 dms below MSL).

Tetapan yang digunakan (Tidal constants)	: M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4	Zo
Amplitudo dalam cm (Amplitude in cm)	: 10	8	5	5	22	8	7	-	-	60
360° - g°	: 102	203	139	160	7	128	2	-	-	-

KOREKSI BULANAN (dalam cm)
(Monthly correction in cm)

[illegible]

HAL-HAL YANG KHUSUS (Particulars)

Keterangan – keterangan yang dikutip dari Berita Pelaut Indonesia, diumumkan setelah penerbitan daftar pasang surut.

(Additional data published in Notice to Mariners)

Tanggal (Date)	Nomor Berita (No.)	Hal-hal yang khusus (Particulars)

38. SEMARANG

07° 0 S - 110° 4 T

JANUARI 2004

KETINGGIAN DALAM METER

Waktu : G.M.T. + 07.00

J T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J T	
1	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	1
2	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	2
3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	3
4	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	4
5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	5
6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	6
7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	7
8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	8
9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	9
10	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10
11	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	11
12	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	12
13	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	13
14	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	14
15	1,0	1,0	0,9	0,9	0,7	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	15
16	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	16
17	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	17
18	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	18
19	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	19
20	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	20
21	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	21
22	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	22
23	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	23
24	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	24
25	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	25
26	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	26
27	1,0	0,9	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	27
28	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	28
29	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	29
30	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	30
31	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	31

FEBRUARI 2004

J T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J T	
1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	1	
2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	2	
3	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	3	
4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	4	
5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	5	
6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	6	
7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	7	
8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	8	
9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	9	
10	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	10	
11	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	11	
12	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	12	
13	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	13	
14	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	14	
15	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	15	
16	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8	0,6	0,5	0,5	16	
17	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,6	17	
18	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	18	
19	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,6	19	
20	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,7	20	
21	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	21	
22	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	22	
23	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	23	
24	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	24	
25	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	25	
26	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	26	
27	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	27	
28	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	28	
29	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	29

L a m p i r a n D

Data Debit Sungai

K.Kumpulan – Giren

No. 02-051-06-02

Tahun 1996

Induk sungai	: K. Kumpulan
Data geographi	: 07°22'35" LS 110°45'30" BT
Lokasi	: Prop. Jawa Tengah, Kab. Sragen, Kec. Miro, Ds. Giren
Luas daerah pengaliran	: 12.10 Km ² ; Elevasi PDA : + m
Keterangan mengenai pos duga air	
Didirikan	: Tanggal 30-06-1986 oleh Proyek PWS Jatun Seluna
Periode pencatatan	: Tanggal 30-06-1986 sampai dengan 31-12-1996
Jenis alat	: Pesawat otomatis mingguan
Ringkasan data aliran ekstrim	
Aliran terbesar	: M.A. = 2.00(+.00) m ; Q = 7.90 m ³ /det ; tgl 18-11-1996
Aliran terkecil	: M.A. = 0.19(+.00) m ; Q = 0.24 m ³ /det ; tgl 19-08-1996
Aliran ekstrim yang pernah terjadi sampai dengan tahun 1996	
Aliran terbesar	: M.A. = 2.20(+.00) m ; Q = 10.0 m ³ /det ; tgl 17-11-1995
Aliran terkecil	: M.A. = 0.19(+.00) m ; Q = 0.24 m ³ /det ; tgl 19-08-1996
Penentuan besarnya aliran	: Besarnya aliran ditentukan berdasarkan rumus $Q = 0.116(11 + 1.030)^{3.808}$ yang dibuat dengan paket program Hymos (Rateuv) menurut data pengukuran aliran dari tahun 1992 sampai dengan 1994
Catatan	: Pengukuran aliran masih kurang terutama untuk muka air tinggi, air tertinggi yang pernah diukur pada 0.08 m dengan Q = 0.138 m ³ /det tanggal 07-01-1993. Kegiatan pengumpulan data lapangan dilaksanakan oleh Proyek Kedung Ombo.
Pelaksana	: Balai Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengaliran

Tabel besarnya aliran harian (m³/det)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mrt.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1	.32	1.36	.32	.32	.35	.35	.29	.26	.28	.26	1.42	1.16
2	.32	1.45	.32	.32	.33	.34	.32	.26	.27	.26	1.23	1.09
3	.32	1.62	.62	.35	.34	.34	.30	.26	.29	.27	.47	1.00
4	.32	1.69	.62	.36	.37	.36	.32	.26	.27	.27	.44	1.50
5	.32	1.89	.62	.35	.36	.36	.31	.27	.27	.26	.42	1.48
6	.32	1.50	.59	.37	.36	.36	.31	.27	.27	.27	.42	1.50
7	.32	1.23	.60	.35	.35	.36	.32	.28	.29	.28	.44	1.39
8	.32	1.53	.62	.34	.35	.37	.32	.29	.27	.27	.43	1.16
9	.32	1.48	.49	.35	.35	.37	.31	.29	.28	.34	.45	1.50
10	.32	1.72	.42	.37	.34	.37	.32	.29	.29	.59	.44	1.16
11	.32	.91	.62	.37	.37	.38	.30	.29	.27	.38	.44	1.04
12	.32	.68	.75	.37	.33	.38	.30	.27	.27	.36	.43	.94
13	.32	1.04	.57	.36	.35	.38	.27	.27	.29	.44	.43	.71
14	.32	1.92	.73	.36	.33	.36	.28	.30	.28	.45	.42	1.96
15	.62	1.34	.71	.36	.34	.36	.30	.28	.28	.42	.43	1.62
16	.73	.87	.41	.34	.36	.37	.30	.28	.27	.37	.42	1.28
17	.82	.91	.62	1.06	.36	.37	.26	.26	.26	.37	.41	1.66
18	.89	2.14	.78	.47	.35	.37	.26	.26	.26	.38	.38	1.21
19	1.13	1.50	.98	1.82	.35	.36	.27	.27	.26	.41	.37	1.09
20	1.36	1.26	.71	.78	.33	.36	.28	.29	.26	.59	.40	2.18
21	1.28	.78	.40	.50	.35	.35	.27	.26	.26	.45	.42	1.66
22	1.42	.36	.34	.44	.33	.34	.26	.26	.26	.44	.40	1.50
23	.98	.32	.34	.42	.33	.34	.26	.25	.27	1.34	1.42	1.50
24	1.28	.32	.26	.38	.34	.33	.26	.26	.26	1.50	6.95	2.38
25	2.26	.32	.36	.38	.34	.33	.26	.26	.26	1.36	5.09	1.16
26	1.31	.32	.32	.35	.35	.35	.26	.26	.26	1.56	5.09	1.45
27	1.34	.32	.32	.36	.34	.29	.26	.26	.26	1.36	5.09	1.16
28	1.36	.32	.32	.36	.33	.29	.26	.27	.26	1.21	1.48	1.34
29	1.06	.32	.32	.36	.37	.31	.27	.27	.28	1.13	1.45*	.94
30	1.53		.32	.35	.35	.26	.26	.26	.28	.96	1.34	.75
31	1.66		.32		.34		.26	.28		.78		.69
Rata-rata	.83	1.09	.51	.46	.35	.35	.28	.27	.27	.62	1.30	1.33
Aliran km ² (l/det)	68.2	89.7	41.9	37.9	28.9	29.1	23.3	22.4	22.4	51.6	107.	110.
Tinggi aliran (mm)	183.	225.	112.	98.3	77.5	75.3	62.5	59.9	58.1	138.	279.	294.
Meter kubik (10**6)	2.21	2.72	1.36	1.19	.94	.91	.76	.72	.70	1.67	3.37	3.55

Data tahunan

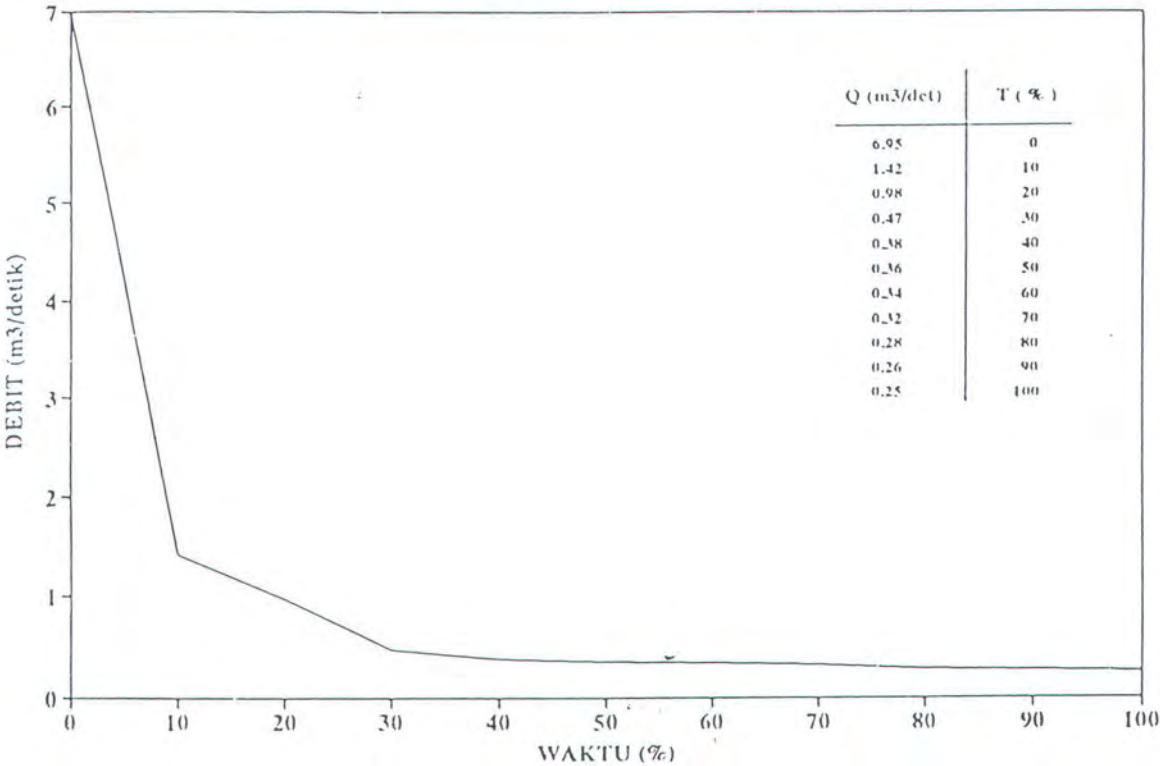
Rata-rata : .64 ; Aliran km²(l/det): 52.7 ;Tinggi aliran(mm): 1662. ;Meter kubik(10**6): 20.1

Keterangan : * = Tanggal pengukuran

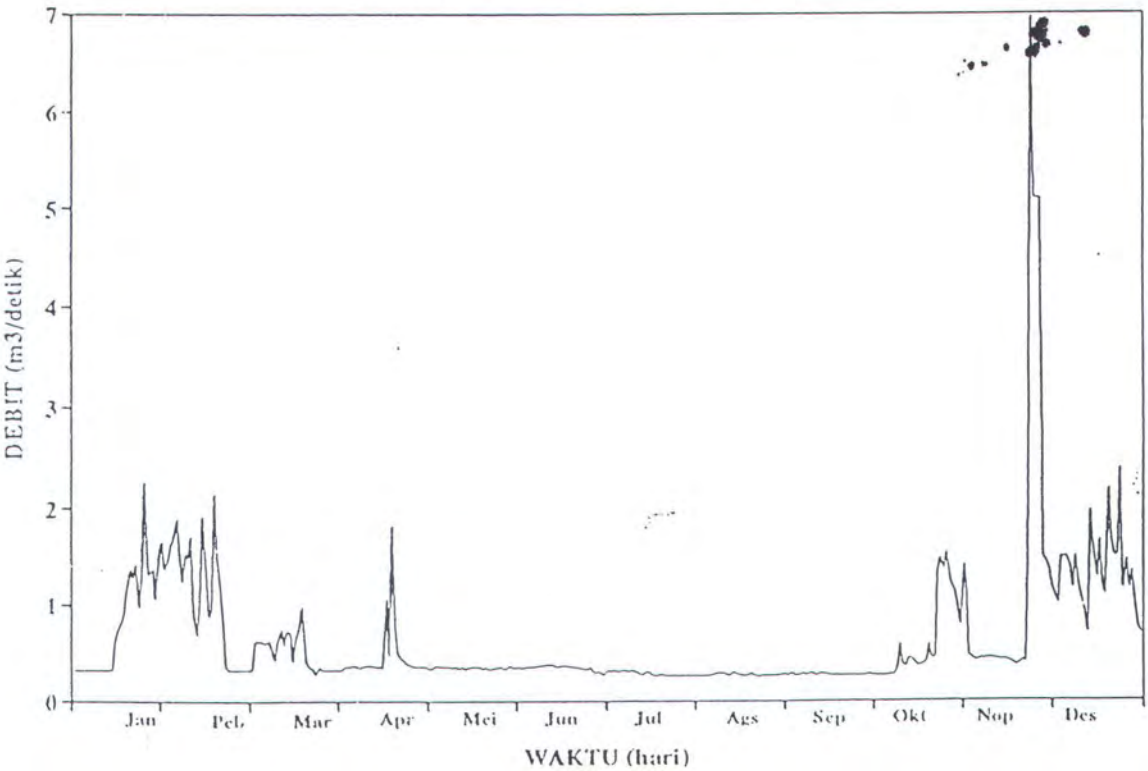
K = Debit perkiraan berdasarkan hydrograph

E = Debit ekstrapolasi

LENGKUNG DURASI DEBIT HARIAN
K.KUMPALAN – K.GIREN – GIREN 1996



HIDROGRAF DEBIT SUNGAI
K.KUMPALAN – K.GIREN – GIREN 1996



K.Wulan – Jengglong

No. 02-051-06-01

Tahun 1996

Induk sungai	: K. Serang
Data geographi	: 07°19'40" LS 110°45'30" BT
Lokasi	: Prop. Jawa Tengah, Kab. Boyolali, Kec. Kemusu, Ds. Kadipaten
Luas daerah pengaliran	: 72.80 Km ² : Elevasi PDA : + m
Keterangan mengenai pos duga air	
Didirikan	: Tanggal 30-06-1986 oleh Proyek PWS Jratun Seluna
Periode pencatatan	: Tanggal 30-06-1986 sampai dengan 31-12-1996
Jenis alat	: Pesawat otomatis mingguan
Ringkasan data aliran ekstrim	
Aliran terbesar	: M.A. = 2.50(+ .00) m : Q = 165.9 m ³ /det : tgl 04-12-1996
Aliran terkecil	: M.A. = 0.00(+ .00) m : Q = 0.490 m ³ /det : tgl 01-10-1996
Aliran ekstrim yang pernah terjadi sampai dengan tahun 1996	
Aliran terbesar	: M.A. = 2.50(+ .00) m : Q = 165.9 m ³ /det : tgl 04-12-1996
Aliran terkecil	: M.A. = -0.09(+ .00) m : Q = 0.360 m ³ /det : tgl 20-09-1996
Pencatatan besarnya aliran	: Besarnya aliran ditentukan berdasarkan rumus $Q = 26.821(11 + 0.120)^* 1.892$ yang dibuat dengan paket program Hymos (Rateuv) menurut data pengukuran aliran dari tahun 1986 sampai dengan 1996
Catatan	: Pengukuran aliran masih kurang terutama untuk muka air tinggi, air tertinggi yang pernah diukur pada 1.80 m dengan Q = 92.53 m ³ /det tanggal 13-12-1986. Kegiatan pengumpulan data lapangan dilaksanakan oleh Proyek Kedung Ombo.
Pelaksana	: Balai Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan

Tabel besarnya aliran harian (m³/det)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mrt.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Agst.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1	3.88	5.20	3.11	1.80	2.10	2.10	2.10	.84	.65	.49	5.67	2.41
2	5.20	6.17	1.95	2.41	1.80	2.10	2.10	.74	.49	1.53	2.58	1.80
3	2.93	4.52	2.41	2.41	2.41	2.10	1.95	.65	.49	6.96	2.25	11.9
4	2.41	4.52	3.11	2.10	2.41	1.80	1.80	.49	.49	2.93	2.75	34.4
5	2.25	4.52	2.75	2.75	2.10	1.80	1.53	.49	.49	1.80	3.48	19.3
6	2.10	5.92	2.41	3.11	2.10	1.80	1.53	.49	.49	1.66	1.95	5.67
7	4.09	8.36	7.50	2.58	2.10	1.80	1.53	.49	.49	2.10	2.75	3.68
8	8.65	7.78	15.2	2.41	1.80	1.80	1.95	.49	.49	3.68	7.23	4.74
9	4.74	11.9	17.2	3.11	1.80	1.80	2.93	.49	.49	13.3	9.88	6.69
10	2.41	5.20	11.5	15.2	1.80	2.75	2.58	5.20	.49	5.92	4.09	13.3
11	2.58	17.6	10.9	11.9	1.80	3.48	2.41	4.52	.49	2.41	3.11	7.23
12	5.67	10.5	13.7	7.23	2.25	3.11	2.25	7.78	.49	1.40	5.20	14.4
13	8.65	10.2	9.26	4.52	2.10	3.11	1.95	6.43	.49	1.05	2.93	9.26
14	8.65	8.36	5.92	5.67	1.80	2.93	1.53	2.93	.49	.65	2.75	3.68
15	3.48	3.68	3.11	8.95	1.80	2.75	1.28	2.25	.49	.65	2.25	2.93
16	4.09	3.11	2.58	13.7	1.80	8.65	1.28	1.80	.49	.65	1.66	4.09
17	4.09	2.75	2.41	10.9	1.80	3.68	1.28	1.66	.49	.57	8.36	5.92
18	9.88	2.41	2.10	4.09	2.25	2.41	1.28	1.28	.49	.49	2.93	6.43
19	11.9	7.23	2.75	7.23	2.93	2.25	.94	.94	.49	.49	11.9	7.78
20	19.7	10.9	6.69	3.68	2.75	2.10	.94	.74	.49	.49	5.20	4.52
21	11.9	13.7	7.78	3.11	2.75	2.10	.94	.57	.49	.49	9.26	7.78
22	5.92	8.36	13.7	8.36	2.41	1.80	.65	.49	.49	1.80	3.29	10.2
23	9.26	9.26	15.6	4.09	2.41	1.80	.65	.49	.49	2.58	5.67	4.09
24	33.2	6.43	10.5	3.11	5.67	2.25	.65	.49	.49	4.52	8.36	5.20
25	15.2	4.09	6.43	2.75	9.57	2.93	1.53	2.58	.49	2.93	3.29	4.52
26	8.65	3.11	3.48	2.41	4.30	2.75	1.53	1.80	.49	9.57	2.25	11.9
27	12.6	2.93	2.93	2.25	3.29	3.29	1.80	1.66	.49	5.92	1.80	9.88
28	12.6	8.36	2.58	2.10	2.93	5.20	1.66	1.40	.49	2.58	5.92	3.48
29	8.95	7.23	2.25	1.95	2.58	2.93	1.53	1.16	.49	2.25	2.58	2.25
30	5.67		1.95	1.80	2.25	2.58	1.28	.84	.49	3.68	2.75	2.10
31	4.09		1.80		2.10		1.28	.65		4.74		1.80
Rata-rata	7.91	7.04	6.30	4.92	2.64	2.73	1.57	1.70		2.91	4.47	7.52
Aliran km ² (l/det)	109.	96.7	86.6	67.5	36.3	37.5	21.5	23.4	6.75	40.0	61.4	103.
Tinggi aliran (mm)	291.	242.	232.	175.	97.3	97.2	57.7	62.6	17.5	107.	159.	277.
Meter kubik (10**6)	21.2	17.6	16.9	12.7	7.08	7.08	4.20	4.56	1.27	7.80	11.6	20.2

Data tahunan

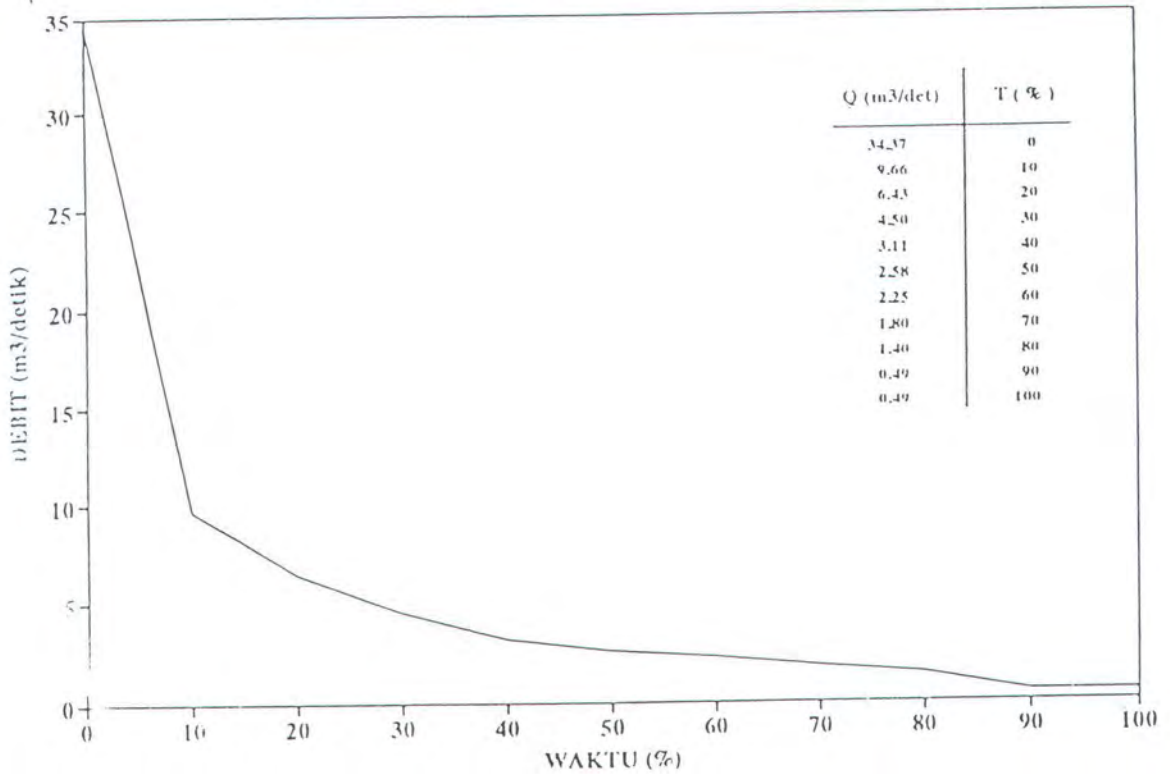
Rata-rata : 4.18 : Aliran km²(l/det) : 57.5 : Tinggi aliran(mm) : 1816. : Meter kubik(10**6) : 132.

Keterangan : * = Tanggal pengukuran

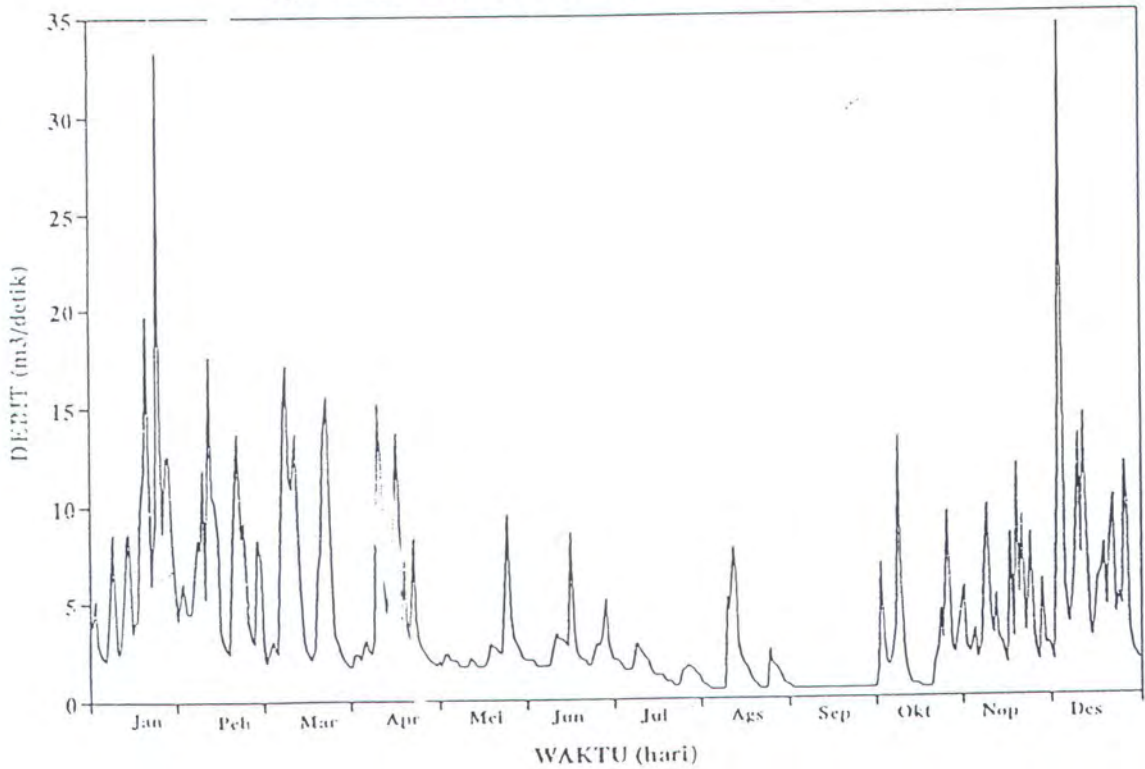
K = Debit perkiraan berdasarkan hydrographi

E = Debit ekstrapolasi

LENGKUNG DURASI DEBIT HARIAN K.WULAN – K.LABAN – JENGGLONG 1996



HIDROGRAF DEBIT SUNGAI K.WULAN – K.LABAN – JENGGLONG 1996



DATA DEBIT SUNGAI

K.Wulan – Bajarejo

No. 02-051-07-04

Tahun 1996

Induk sungai	: K.Serang
Data geographi	: 07°02'10" LS 111°21'00" BT
Lokasi	: Prop. Jawa Tengah, Kab. Blora, Kec. Banjarejo, Ds. Banjarejo
Luas daerah pengaliran	: 402.60 Km ² ; Elevasi PDA : + m
Keterangan mengenai pos duga air	
Didirikan	: Tanggal 30-06-1986 oleh Proyek PWS Jratun Seluna
Periode pencatatan	: Tanggal 30-06-1986 sampai dengan 31-12-1996
Jenis alat	: Pesawat otomatis mingguan
Ringkasan data aliran ekstrim	
Aliran terbesar	: M.A. = 3.50(+.00) m ; Q = 118.00 m ³ /det ; tgl 11-12-1996
Aliran terkecil	: M.A. = 0.00(+.00) m ; Q = 0.150 m ³ /det ; tgl 01-10-1996
Aliran ekstrim yang pernah terjadi sampai dengan tahun 1996	
Aliran terbesar	: M.A. = 5.07(+.11) m ; Q = 235.00 m ³ /det ; tgl 29-01-1994
Aliran terkecil	: M.A. = 0.00(+.00) m ; Q = 0.150 m ³ /det ; tgl 01-10-1996
Penentuan besarnya aliran	: Besarnya aliran ditentukan berdasarkan rumus $Q = 11.941(11 + 0.090)^{-1.794}$ yang dibuat dengan paket program Hymos (Ratcu) menurut data pengukuran aliran dari tahun 1993 sampai dengan 1994
Catatan	: Pengukuran aliran masih kurang terutama untuk muka air tinggi, air tertinggi yang pernah diukur pada 1.0 m dengan $Q = 16.77$ m ³ /det tanggal 10-12-1994. Kegiatan pengumpulan data lapangan dilaksanakan oleh Proyek Kedung Ombo.
Pelaksana	: Balai Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan

Tabel besarnya aliran harian (m³/det)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mrt.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Agst.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1	2.41	7.13	2.85	1.30	.67	.16	.16	.16	.16	.16	.99	.86
2	2.52	47.1	2.63	.99	.61	.16	.16	.16	.16	.16	.67	2.74
3	2.63	6.96	2.31	.86	.55	.16	.16	.16	.16	.16	1.14	18.6
4	4.78	4.22	1.91	.99	.45	.16	.16	.16	.16	.16	.27	10.9
5	3.08	3.44	2.01	2.31	.40	.16	.16	.16	.16	.16	3.08	5.21
6	3.20	4.78	5.07	1.22	.35	.16	.16	.16	.16	.16	.67	17.8
7	10.3	28.7	4.22	.86	.31	.16	.16	.16	.16	.16	6.96	6.46
8	21.3	13.5	2.21	.61	.27	.16	.16	.16	.16	.16	3.57	4.92
9	5.51	127.	5.67	.50	.19	.16	.16	.16	.16	.16	6.79	4.78
10	3.08	12.8	4.09	.40	.16	.16	.16	.16	1.38	.16	2.74	21.3
11	2.10	5.67	2.63	.50	.16	.16	.16	.16	1.14	.16	16.6	25.3
12	2.31	5.67	2.74	.45	.16	.16	.16	.16	.31	.16	5.07	118.
13	3.20	10.9	1.72	8.36	.16	.16	.16	.16	.23	.16	5.67	61.4
14	4.09	15.8	13.9	1.22	.16	.16	.31	.16	.19	.16	3.95	13.5
15	33.3	38.5	44.4	2.10	.16	.16	.92	.16	.19	.16	1.30	35.3
16	11.3	9.69	6.14	.86	.16	.16	.23	.16	.16	.16	3.57	79.2
17	28.7	6.96	2.97	1.07	.16	.16	.31	.16	.16	.16	1.55	11.9
18	21.8	3.69	1.38	.73	.16	.16	.23	.27	.16	.16	3.69	6.14
19	8.18	2.97	1.72	.99	.23	.16	.16	.16	.16	.16	1.82	15.6
20	41.8	7.47	11.5	.79	.31	.16	.16	.16	.16	.16	6.14	17.6
21	8.73	10.1	4.78	30.6	.23	.16	.16	.16	.16	.16	10.1	11.5
22	5.82	10.3	4.49	16.1	.19	.16	.16	.16	.16	.16	10.9	6.14
23	3.44	9.88	4.92	10.5	.19	.16	.16	.16	.16	.19	45.6	4.09
24	3.08	51.2	9.49	3.82	.19	.16	.16	.16	.16	2.01	56.6	8.55
25	3.32	16.3	3.82	2.01	.16	.16	.16	.16	.16	.40	7.47	3.44
26	6.46	5.98	3.95	1.46	.16	.50	.16	.16	.16	.23	27.7	2.52
27	5.21	4.36	4.09	1.30	.27	.16	.16	.16	.16	.86	5.51	15.1
28	2.74	3.08	3.08	1.07	.19	.16	.16	.16	.16	.27	2.85	4.78
29	1.82	2.63	2.41	.99	.19	.16	.16	.16	.16	.19	2.01*	5.36
30	1.30		1.72	.86	.16	.16	.16	.16	.16	.19	1.63	2.74
31	4.49		1.38		.16		.16	.16		.61		3.32
Rata-rata	8.45	16.4	5.36	3.19	.25	.17	.20	.16	.24	.27	8.22	17.6
Aliran km ² (l/det)	21.0	40.9	13.3	7.93	.63	.42	.49	.40	.60	.68	20.4	43.7
Tinggi aliran (mm)	56.2	102.	35.7	20.5	1.68	1.10	1.31	1.08	1.56	1.81	52.9	117.
Meter kubik (10**6)	22.6	41.2	14.4	8.27	.68	.44	.53	.43	.63	.73	21.3	47.1

Data tahunan

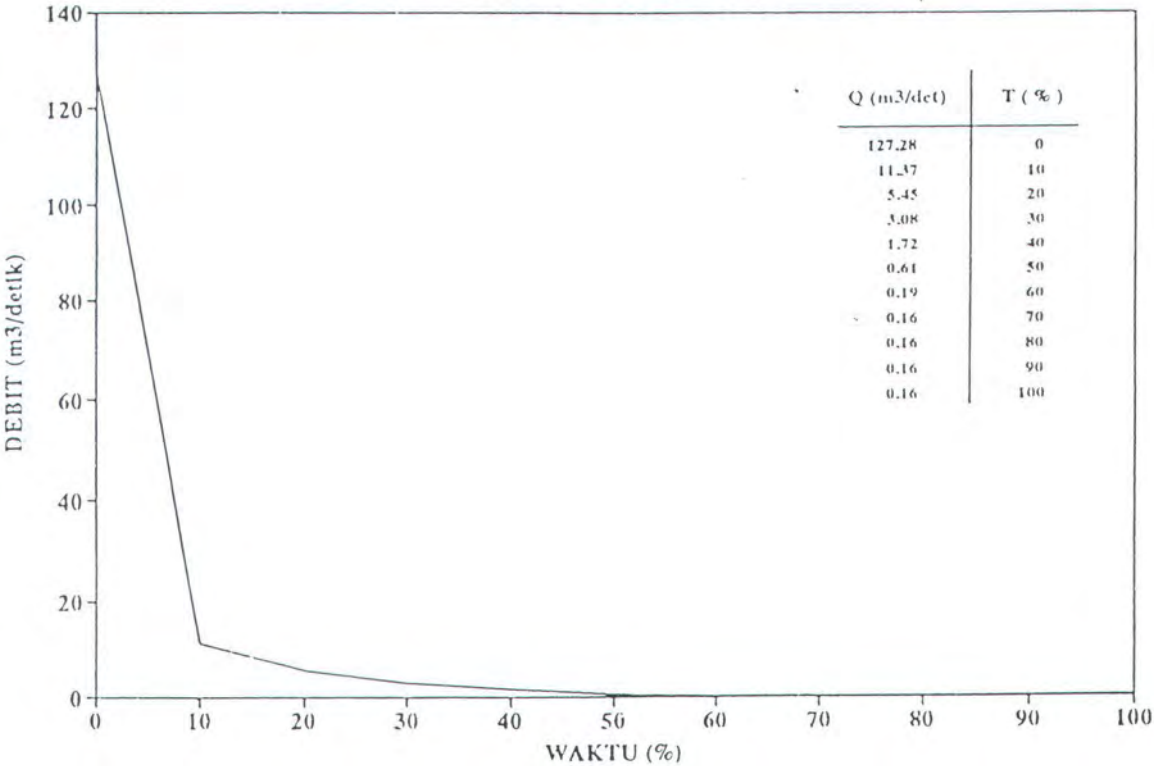
Rata-rata : 5.05 ; Aliran km²(l/det) : 12.5 ; Tinggi aliran(mm) : 393. ; Meter kubik(10**6) : 158.

Keterangan : * = Tanggal pengukuran

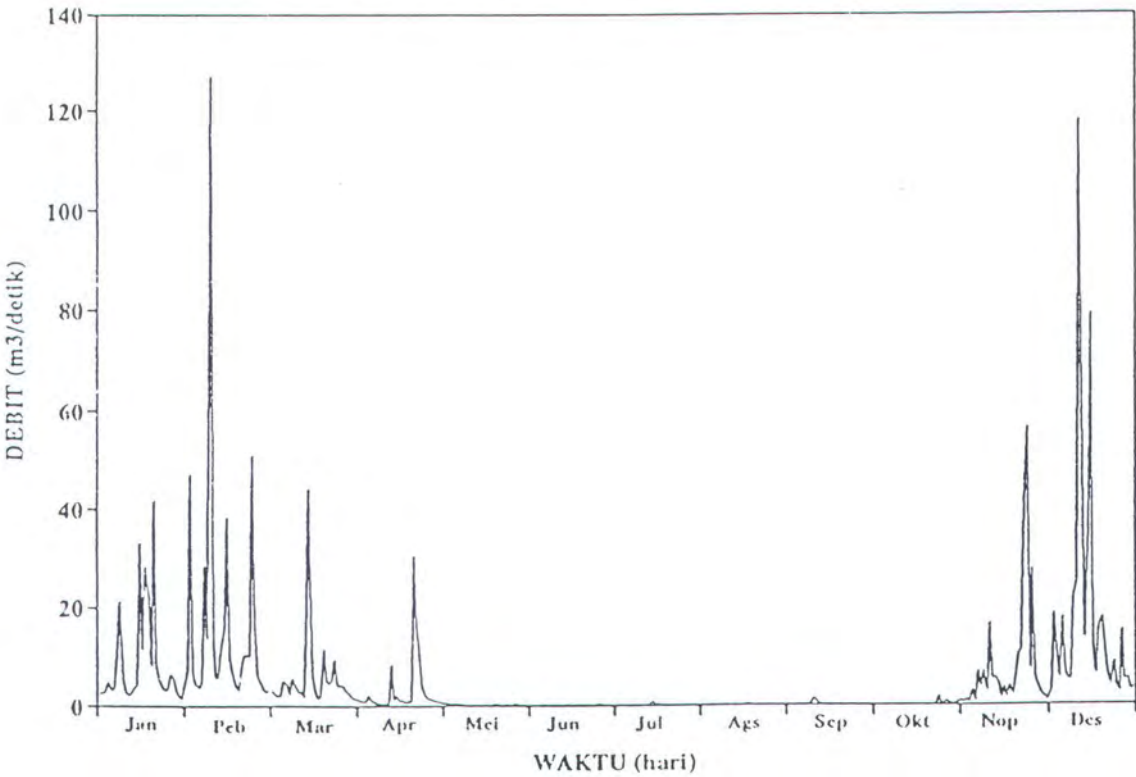
K = Debit perkiraan berdasarkan hydrograph

E = Debit ekstrapolasi

LENGKUNG DURASI DEBIT HARIAN
K.WULAN – K.LUSI – K.BANJAREJO 1996



HIDROGRAF DEBIT SUNGAI
K.WULAN – K.LUSI – K.BANJAREJO 1996



K. Serang
07°18'06" LS 110°44'14" BT
Prop. Jawa Tengah, Kab. Boyolali, Kec. Kemusu, Des. Guwo.
266,20 Km² Elevasi PDA 14 m

Luas daerah pengaliran
Kecamatan mengumpul pos duga air
Distribusi
Periode pencatatan
Jenis alat
Ringkasan data aliran ekstrim

M.A. = 2,54 (+,00) m; Q = 259,00 m³/det; tgl 09-03-1996
M.A. = 0,00 (+,00) m; Q = 0,00 m³/det; tgl 01-04-1996

M.A. = 3,44 (+,00) m; Q = 602,10 m³/det; tgl 15-03-1994
M.A. = -0,15 (+,00) m; Q = 0,00 m³/det; tgl 07-12-1994

Besarnya aliran ditentukan berdasarkan rumus $Q = 16,283(11 + 0,0801)^{2,970}$

yang dibuat dengan paket program Hyman (Ratuv) menurut data pengukuran

aliran dari tahun 1986 sampai dengan tahun 1993

Pengukuran aliran sesuai korang teratama untuk muka air tinggi, air tertinggi

yang pernah diukur pada 1,95 m dengan Q = 127,45 m³/det tanggal 07-12-1986.

Kegiatan pengumpulan data lapangan dilaksanakan oleh Proyek PWS Jatan Seluma.

Balai Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengukuran

Pelaksanaan

Catatan

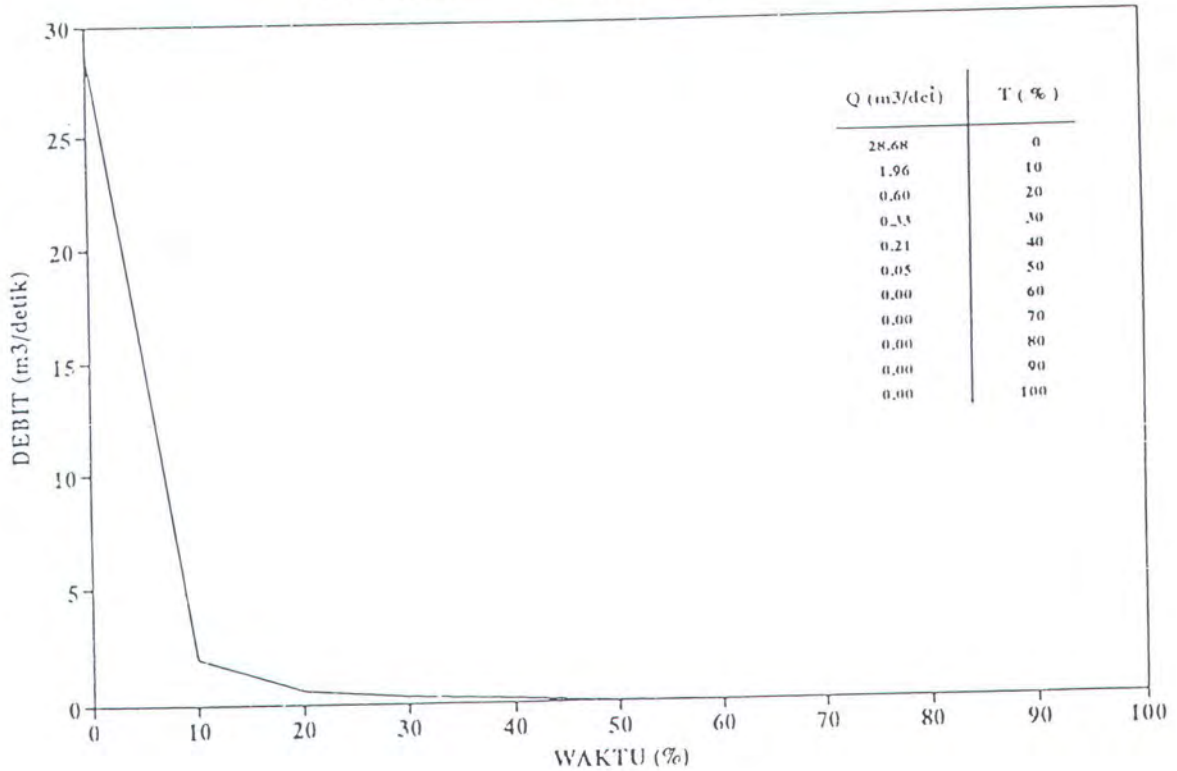
Tabel besarnya aliran harian (m³/det)

Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Jan	6,39	1,15	3,3	0,8	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Feb	1,15	5,41	3,3	0,8	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mrt	3,3	0,8	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Apr	0,8	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mei	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agst	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sep	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oktr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nov	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Des	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

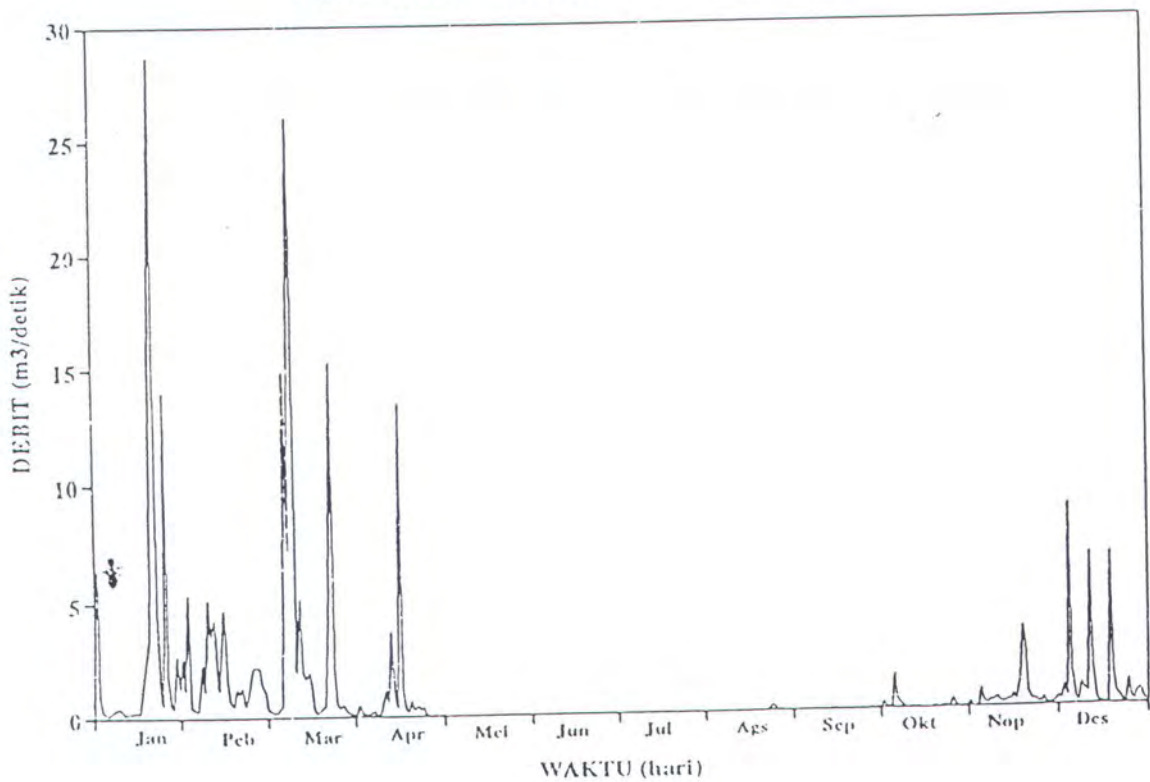
Data tahunan
Rata-rata : 93 : Aliran km³(/det) : 3,49 ; Tinggi aliran(mm) : 110 ; Meteor kubik(10⁶) : 29,4

Keterangan : * = Tanggal pengukuran
K = Debit perkiraan berdasarkan hydrograph
E = Debit ekstrapolasi

LENGKUNG DURASI DEBIT HARIAN K.SERANG - K.SERANG - GUWO 1996



HIIDROGRAF DEBIT SUNGAI K.SERANG - K.SERANG - GUWO 1996



DATA DEBIT SUNGAI

K.Glugu - Gendingan

No. 02-051-07-09 Tahun 1996

Induk sungai	: K. Glugu
Data geographi	: 07°10'20" LS 110°54'30" BT
Lokasi	: Prop. Jawa Tengah, Kab. Grobogan, Kec. Klumutan, Ds. Toroh
Luas daerah pengaliran	: 72.00 Km ² ; Elevasi PDA : + m
Keterangan mengenai pos duga air	
Didirikan	: Tanggal - 1986 oleh Proyek PWS Jatun Selona
Periode pencatatan	: Tanggal - 1986 sampai dengan 31-12-1996
Jenis alat	: Pesawat otomatis mingguan/Papan duga air biasa
Ringkasan data aliran ekstrim	
Aliran terbesar	: M.A. = 6.40(+.00) m ; Q = 221.90 m ³ /det ; tgl 20-02-1996
Aliran terkecil	: M.A. = 0.47(+.00) m ; Q = 0.000 m ³ /det ; tgl 01-08-1996
Aliran ekstrim yang pernah terjadi sampai dengan tahun 1996	
Aliran terbesar	: M.A. = 6.40(+.00) m ; Q = 221.90 m ³ /det ; tgl 20-02- 996
Aliran terkecil	: M.A. = 0.47(+.00) m ; Q = 0.000 m ³ /det ; tgl 01-08-1996
Penentuan besarnya aliran	: Besarnya aliran ditentukan berdasarkan rumus $Q = 8.898(11-0.470)^{1.807}$ yang dibuat dengan paket program Hymos (Rateuv) menurut data pengukuran aliran dari tahun 1986 sampai dengan tahun 1993
Catatan	: Pengukuran aliran masih kurang terutama untuk muka air tinggi, air tertinggi yang pernah diukur pada 1.20 m dengan Q = 5.73 m ³ /det tanggal 08-03-1994. Kegiatan pengumpulan data lapangan dilaksanakan oleh Proyek Kedung Ombo.
Pelaksana	: Balai Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan

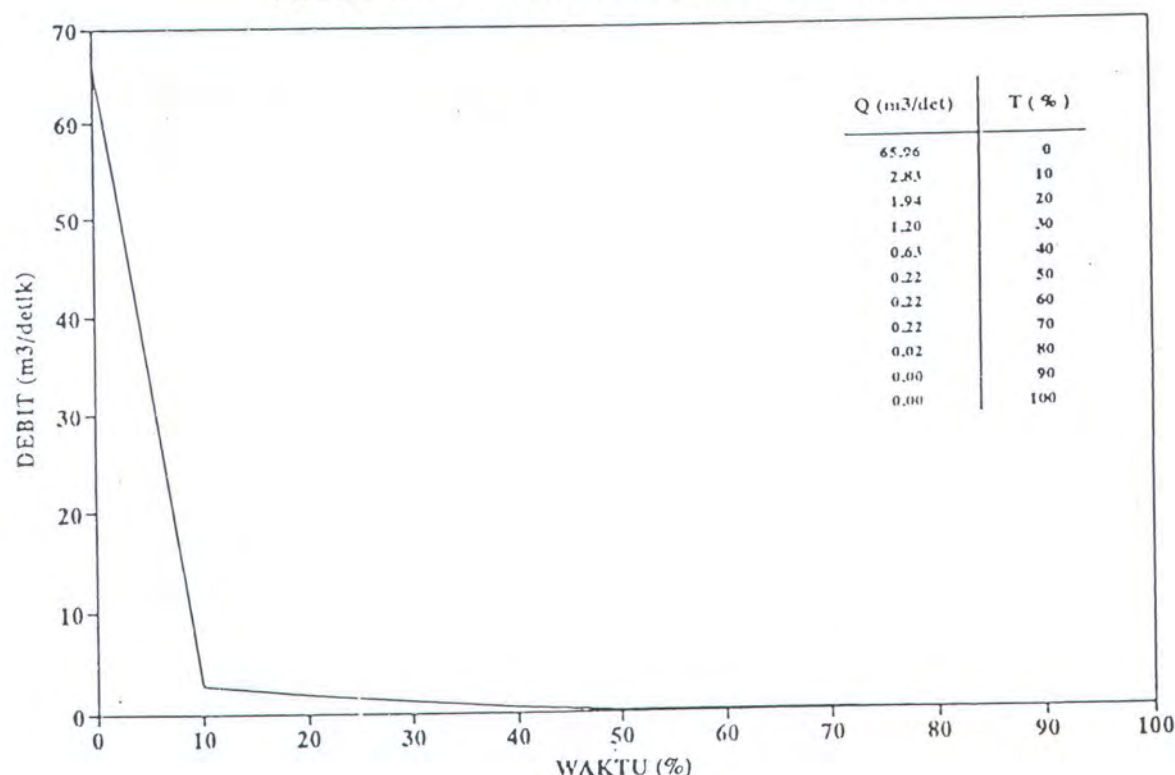
Tabel besarnya aliran harian (m³/det)

Tanggal	Jan.	Feb.	Mrt.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Agst.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
1	.22	2.83	1.62	.49	.22	.22	.22	.00	.00	.00	.49	.22
2	.22	5.04	3.12	.22	.22	.22	.22	.00	.00	.00	.22	.22
3	.22	3.86	2.83	.22	.22	.22	.22	.00	.00	.49	.22	.22
4	.22	2.83	2.83	.22	.22	.22	.22	.00	.00	.22	.32	1.94
5	.22	2.54	3.12	.22	.22	.22	.22	.00	.00	.22	.63	9.89
6	.22	2.19	2.19	.22	.22	.22	.22	.00	.00	.02	.63	1.94
7	.22	3.43	1.94	.22	.22	.22	.22	.00	.00	.02	.78	1.94
8	.22	3.12	2.83	.22	.22	.22	.22	.00	.00	.02	1.01	2.83
9	.49	3.86	7.36	.22	.22	.22	.22	.00	.00	1.01	.63	2.83
10	.32	3.12	1.40	.32	.22	.22	.22	.22	.00	.32	.84	2.19
11	1.20	2.83	1.20	.63	.22	.22	.22	.22	.00	.02	.63	3.12
12	2.45	2.83	1.20	.63	.22	.22	.22	.22	.00	.02	.22	1.94
13	.63	4.20	1.20	.63	.22	.22	.22	.22	.00	.22	.22	1.20
14	.63	2.83	2.54	.63	.22	.22	.22	.06	.00	.22	.22	1.20
15	.58	4.20	3.43	2.83	.22	.22	.22	.02	.00	.02	.22	8.74
16	9.39	1.94	2.83	2.83	.22	.06	.22	.02	.00	.02	.22	2.54
17	3.12	2.45	2.83	1.94	.22	.02	.22	.02	.00	.02	.22	1.62
18	1.94	2.83	1.94	1.94	.22	.02	.22	.02	.00	.02	.22	1.20
19	3.12	3.86	2.19	1.94	.22	.02	.22	.02	.00	1.70	.22	1.01
20	3.12	66.0	1.20	1.94	.22	.02	.22	.02	.00	.49	1.94	2.83
21	2.83	42.0	3.86	1.70	.22	.02	.22	.02	.00	.63	2.19	1.48
22	1.94	5.04	1.20	1.20	.22	.02	.22	.02	.00	.63	1.70	1.20
23	1.40	3.43	6.78	1.20	.22	.02	.11	.02	.00	1.01	6.35	.78
24	1.94	3.86	10.6	.22	.22	.02	.00	.02	.14	.63	3.43	1.01
25	14.1	3.86	2.83	.22	.22	.02	.00	.02	.02	.78	1.94	2.83
26	1.94	2.19	1.40	.22	.78	.14	.00	.02	.02	.49	1.94	2.83
27	1.20	1.62	.63	.22	4.20	.49	.00	.02	.02	1.20	1.86	2.19
28	1.20	1.40	.63	.22	.78	.22	.00	.02	.02	.63	1.20	1.01
29	1.20	1.62	.63	.22	.22	.22	.00	.02	.00	.78	.78*	6.35
30	2.19		.63	.22	.22	.22	.00	.02	.00	1.01	.63	6.78
31	2.45		.63		.22		.00	.02		.63		2.83
Rata-rata	1.97	6.61	2.57	.80	.39	.16	.16	.04	.00	.43	1.07	2.54
Aliran km ² (l/det)	27.4	91.8	35.6	11.2	5.38	2.24	2.25	.54	.12	6.02	14.9	35.3
Tinggi aliran (mm)	73.4	230.	95.4	29.0	14.4	5.80	6.02	1.46	.32	16.1	38.5	94.6
Meter kubik (10**6)	5.28	16.6	6.87	2.09	1.04	.42	.43	.10	.02	1.16	2.77	6.81

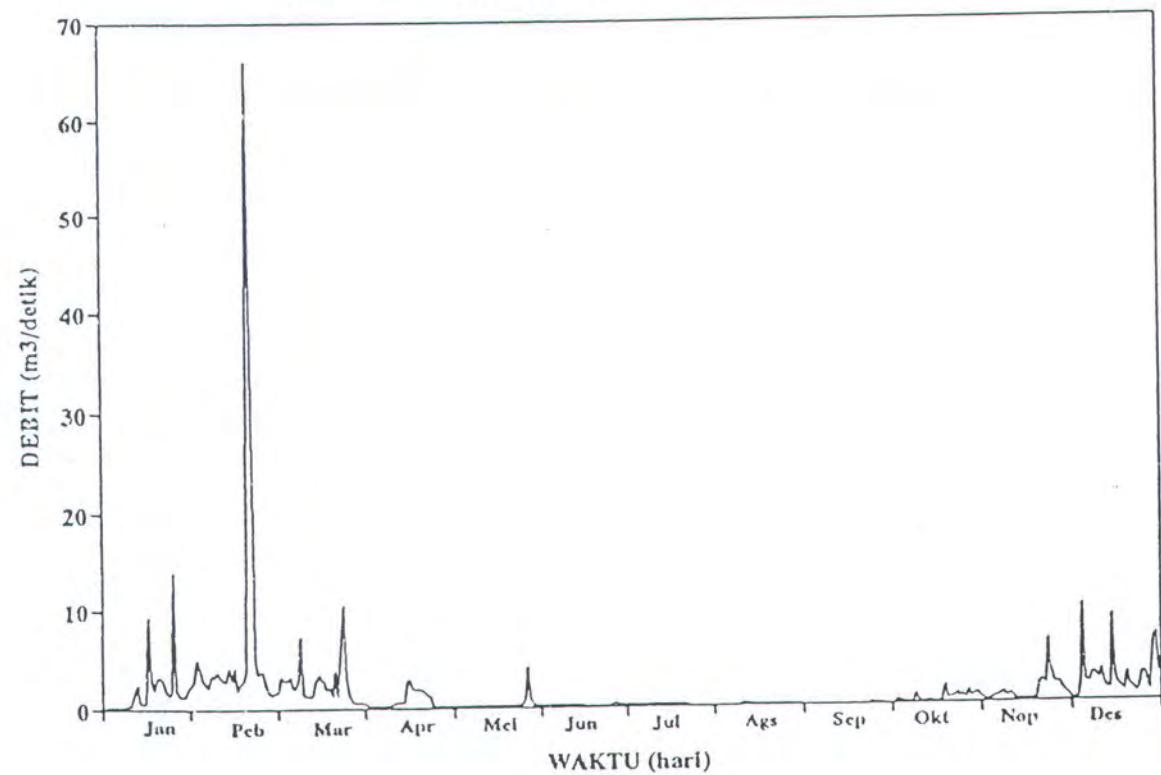
Data tahunan
Rata-rata : 1.40 ; Aliran km²(l/det) : 19.4 ; Tinggi aliran(mm) : 605. ; Meter kubik(10**6) : 43.6

Keterangan : * = Tanggal pengukuran
K = Debit perkiraan berdasarkan hydrograph
E = Debit ekstrapolasi

LENGKUNG DURASI DEBIT HARIAN K.GLUGU - K.GLUGU - GENDINGAN 1996



HIDROGRAF DEBIT SUNGAI K.GLUGU - K.GLUGU - GENDINGAN 1996



DATA DEBIT SUNGAI

K.Sampol - Kedungpeting

No. 02-051-07-08 Tahun 1996

Induk sungai	: K. Kedungwaru
Data geographi	: 07°10'00" LS 111°13'00" BT
Lokasi	: Prop. Jawa Tengah, Kab. Blora, Kec. Todanan, Ds. Kedungpeting
Luas daerah pengaliran	: 98.00 Km ² ; Elevasi PDA : + m
Keterangan mengenai pos duga air	
Didirikan	: Tanggal 30-06-1986 oleh Proyek PWS Iratun Seluna
Periode pencatatan	: Tanggal 30-06-1986 sampai dengan 31-12-1996
Jenis alat	: Pesawat Otomatik Mingguan
Ringkasan data aliran ekstrim	
Aliran terbesar	: M.A. = 1.19(+.00) M; Q = 27.30 m ³ /det; tgl 20-02-1996
Aliran terkecil	: M.A. = 0.23(+.00) M; Q = 0.150 m ³ /det; tgl 01-10-1996
Aliran ekstrim yang pernah terjadi sampai dengan tahun 1996	
Aliran terbesar	: M.A. = 1.19(+.00) M; Q = 27.30 m ³ /det; tgl 20-02-1996
Aliran terkecil	: M.A. = 0.23(+.00) M; Q = 0.150 m ³ /det; tgl 01-10-1996
Penentuan besarnya aliran	: Besarnya aliran ditentukan berdasarkan rumus $Q = 11.069(H-0.150)^{1.684}$ yang dibuat dengan paket program Hymos (Rateuv) menurut data pengukuran aliran dari tahun 1993 sampai dengan 1994
Catatan	: Pengukuran aliran masih kurang terutama untuk muka air tinggi, air tertinggi yang pernah diukur pada 0.90 m dengan Q = 5.26 m ³ /det tanggal 04-02-1994. Kegiatan pengumpulan data lapangan dilaksanakan oleh Proyek Kedung Ombo.
Pelaksana	: Balai Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan

Tabel besarnya aliran harian (m³/det)

Tanggal	Jan.	Peb.	Mrt.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1	.31	1.07	3.44	2.27	1.30	1.22	.80	.51	.31	.16	.36	2.47
2	.93	4.95	4.95	2.17	1.30	1.15	.80	.51	.31	.16	.68	1.62
3	1.07	1.89	2.78	2.07	1.22	1.54	.80	.51	.31	.27	.27	2.57
4	1.46	1.54	2.57	2.07	1.15	1.22	.74	.51	.31	.19	1.89	.93
5	1.22	1.15	5.64	2.17	1.15	1.15	.74	.51	.31	.19	.36	2.27
6	.93	1.07	3.44	2.07	1.07	1.15	.74	.45	.31	.23	.27	1.22
7	1.30	1.71	2.47	1.98	1.07	1.07	.74	.45	.31	.19	.23	6.82
8	4.04	4.55	2.37	1.89	1.07	8.42	.68	.93	.31	.19	.45	3.33
9	1.98	20.9	2.17	1.71	1.07	1.80	.68	.62	.80	.19	.56	2.67
10	.93	4.30	2.17	1.71	1.00	1.46	.68	.86	.45	.16	7.60	3.80
11	.80	4.04	1.98	1.71	1.00	1.30	.62	.74	.86	.16	2.37	10.5
12	.74	3.22	1.89	1.62	1.00	1.22	.62	.56	.40	.16	2.67	9.44
13	.74	3.33	1.80	3.22	1.00	1.22	3.10	.56	.31	.16	.93	2.27
14	.74	3.44	3.56	1.98	1.00	1.22	1.00	.51	.36	.16	.36	13.8
15	1.46	2.07	4.17	2.17	1.46	1.22	.74	.45	.31	.16	.31	26.3
16	5.36	9.80	2.07	2.27	1.71	1.07	1.00	.45	.31	.16	.27	7.13
17	4.55	15.9	1.89	2.67	1.30	1.00	.74	.45	.27	.16	1.71	2.67
18	2.88	4.55	1.80	11.8	1.15	1.00	.74	.45	.27	.16	.51	2.57
19	12.2	4.68	2.17	3.56	1.54	1.00	1.00	.45	.23	.16	.31	1.46
20	8.42	27.3	20.5	2.07	2.27	1.00	.68	.45	.23	.31	.27	1.07
21	6.97	12.2	5.08	2.88	1.38	1.00	.62	.40	.23	.56	8.76	1.00
22	4.17	5.50	6.22	3.33	1.22	.93	.62	.36	.23	.40	3.80	.86
23	2.27	3.80	11.1	2.99	1.15	.93	.56	.31	.19	.23	8.59	.74
24	1.54	6.82	4.55	1.89	1.07	.86	.56	.31	.23	.19	2.37	.62
25	1.30	4.04	4.55	1.71	1.15	.80	.62	.31	.23	.31	1.54	.56
26	1.15	4.55	6.37	1.62	1.15	.80	.56	.31	.19	1.89	.74	.93
27	1.07	3.56	3.33	1.54	1.30	.80	.51	.31	.19	.51	1.80	.86
28	.93	2.47	2.88	1.54	1.22	.80	.51	.31	.16	.80	4.55	1.07
29	.86	6.22	2.67	1.46	1.15	.80	.51	.31	.16	.19	1.07*	.74
30	.86		2.47	1.38	1.30	.80	.51	.40	.16	.62	.62	.62
31	.80		2.37		1.38		.51	.36		.93		.56
Rata-rata	2.39	5.89	4.04	2.45	1.23	1.33	.76	.47	.31	.33	1.87	3.66
Aliran km ² (l/det)	24.4	60.1	41.3	25.0	12.6	13.6	7.79	4.82	3.15	3.39	19.1	37.3
Tinggi aliran (mm)	65.2	150.	111.	64.9	33.7	35.2	20.9	12.9	8.17	9.07	49.5	100.
Meter kubik (10**6)	6.39	14.7	10.8	6.36	3.31	3.45	2.04	1.26	.80	.89	4.85	9.80

Data tahunan

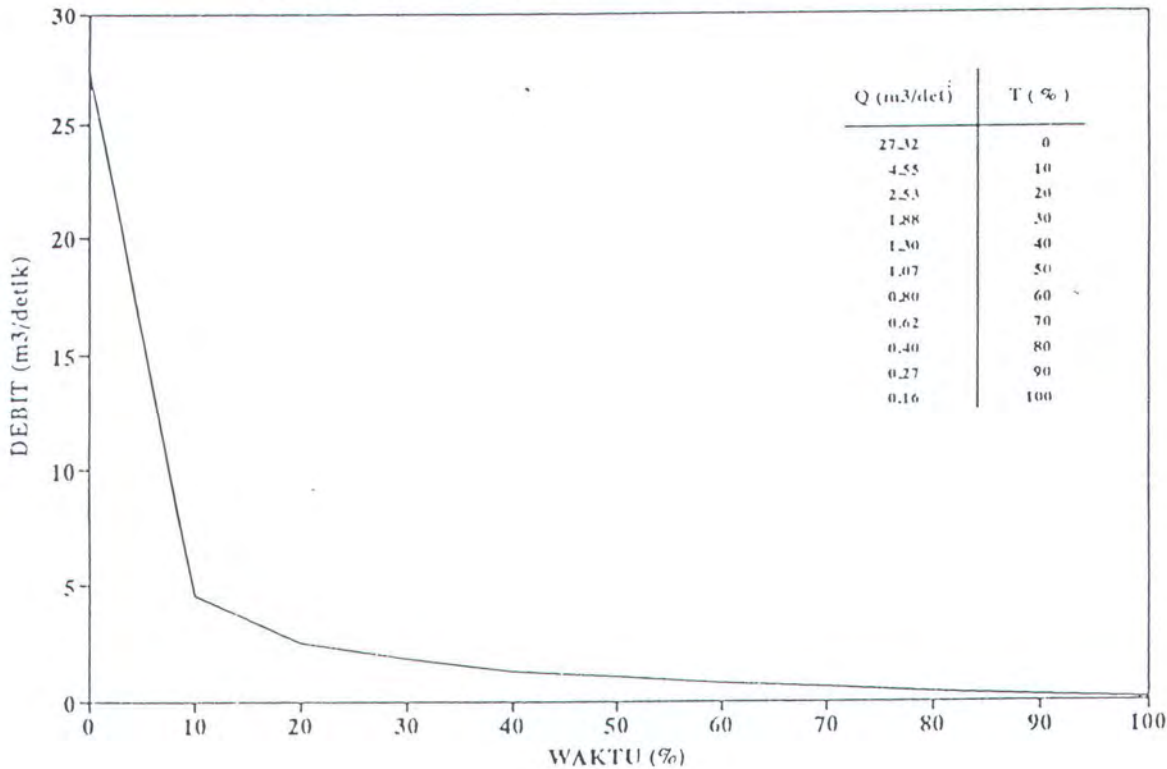
Rata-rata : 2.06 ; Aliran km²(l/det): 21.0 ; Tinggi aliran(mm): 661. ; Meter kubik(10**6): 64.7

Keterangan : * = Tanggal pengukuran

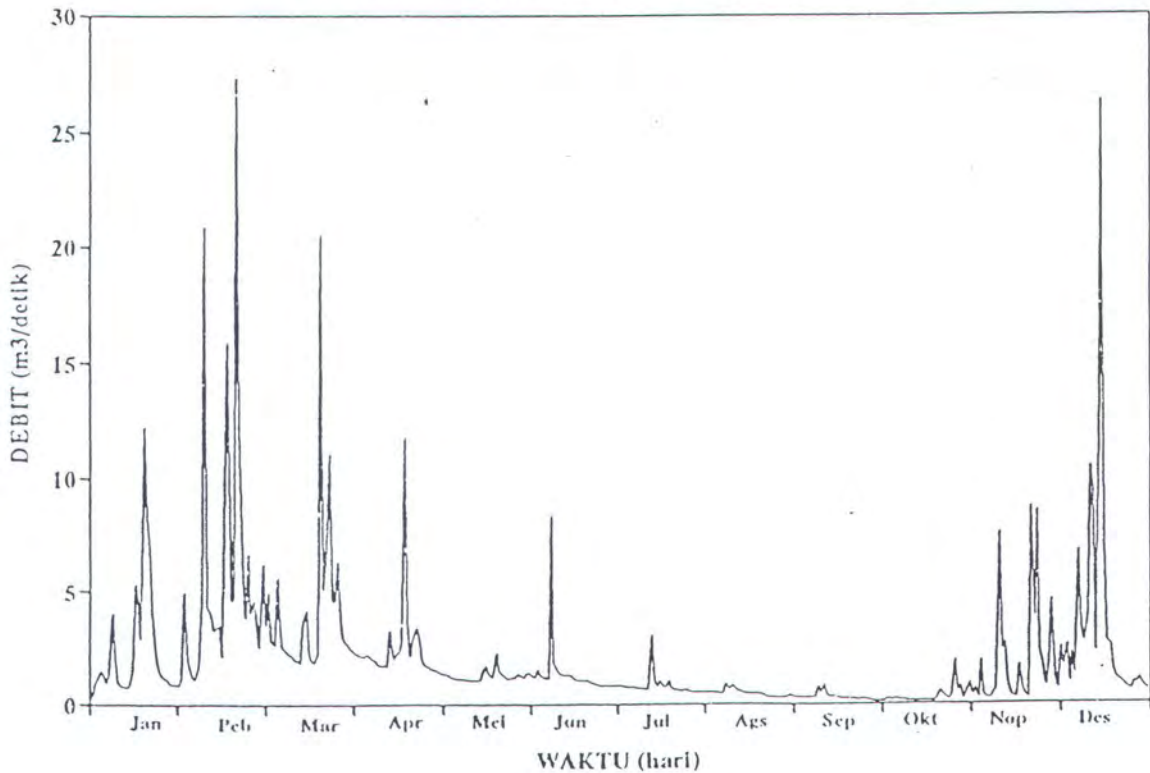
K = Debit perkiraan berdasarkan hydrograph

E = Debit ekstrapolasi

LENGKUNG DURASI DEBIT HARIAN
K.SAMPOL – KDG.WARU – KDG.PETING 1996



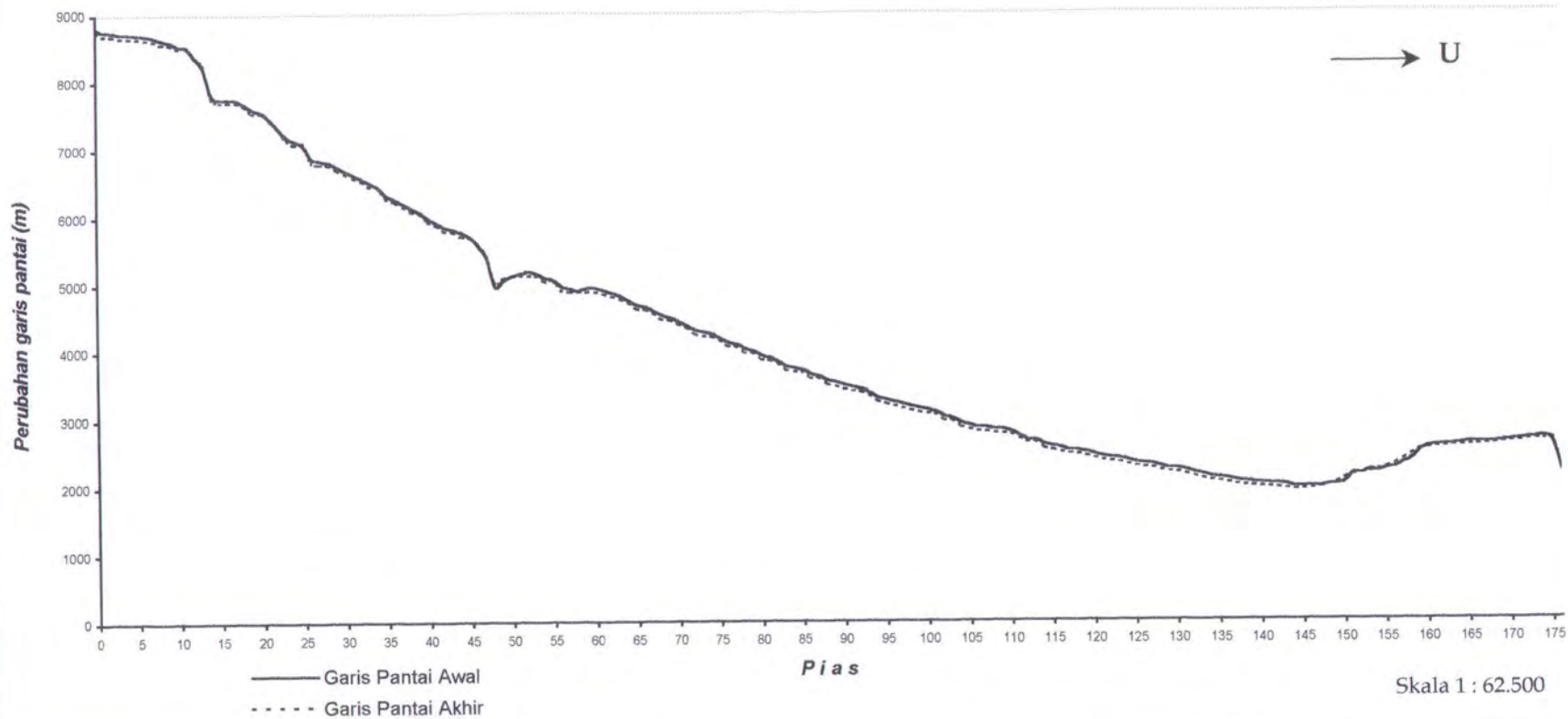
HIDROGRAF DEBIT SUNGAI
/ K.SAMPOL – KDG.WARU – KDG.PETING 1996



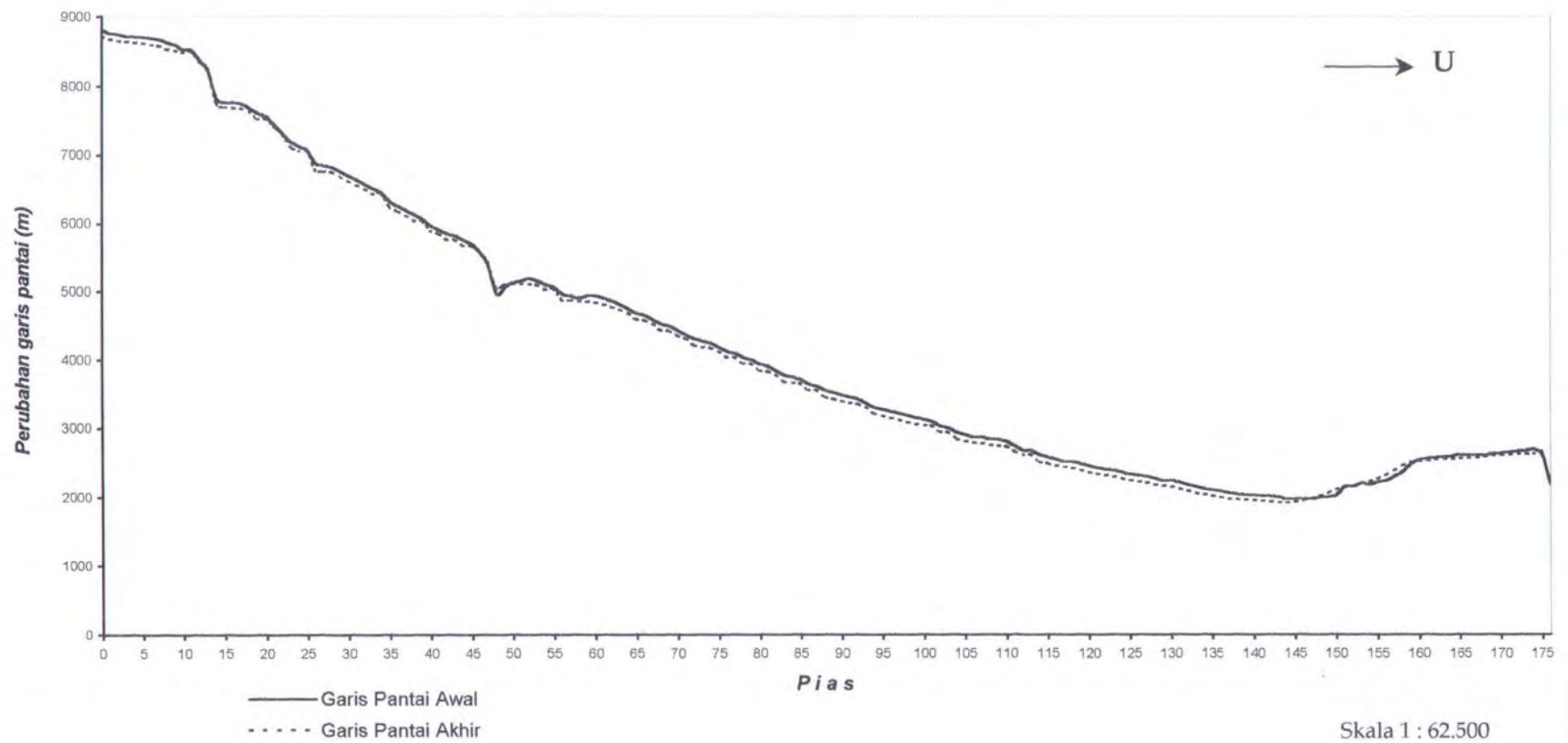
L a m p i r a n E

Grafik Perubahan Garis Pantai

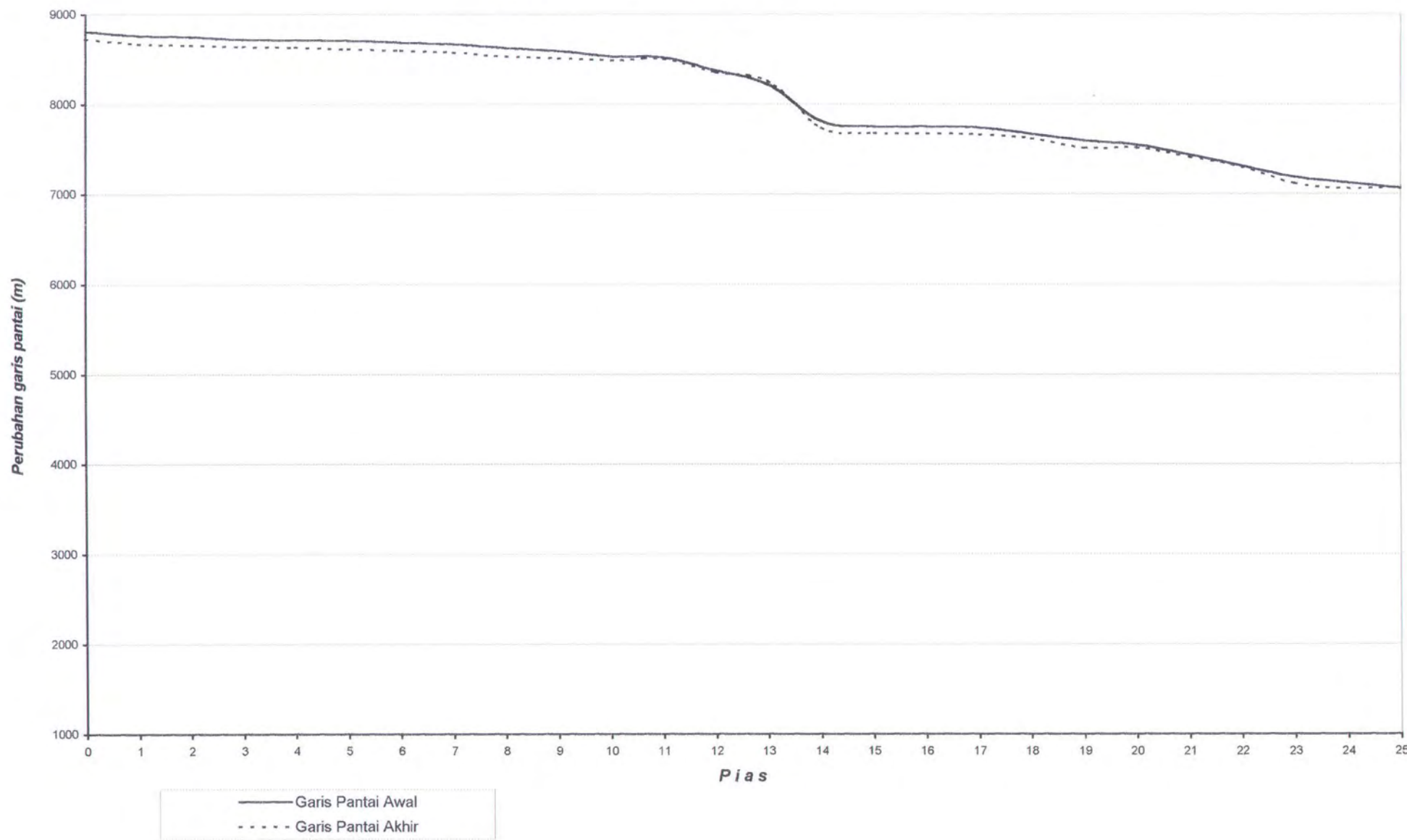
Grafik Perubahan Garis Pantai KedungSemat Jepara
angin dominan dari arah Barat selama 10 tahun



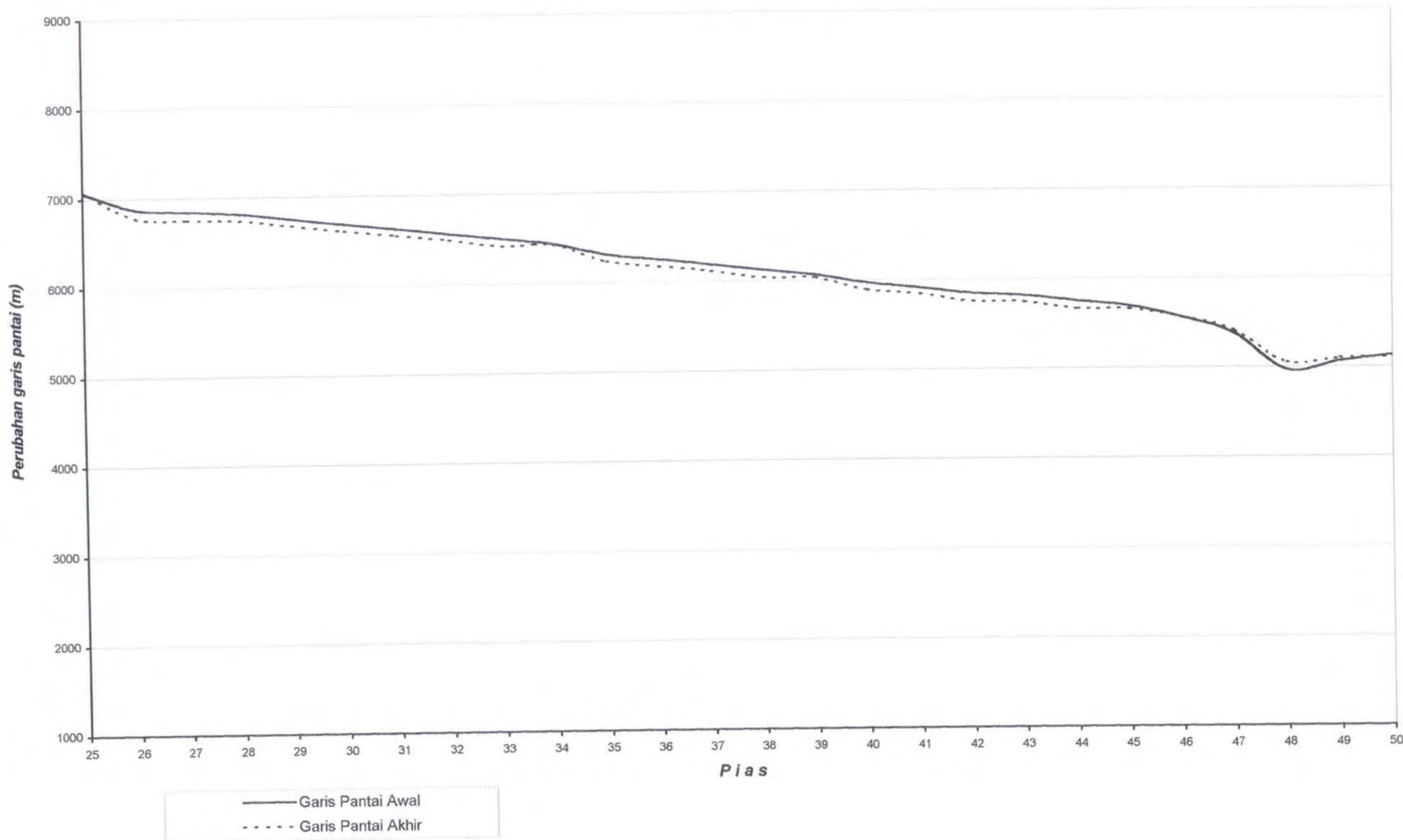
*Grafik Perubahan Garis Pantai KedungSemat Jepara
angin dominan dari arah Barat Laut selama 10 tahun*



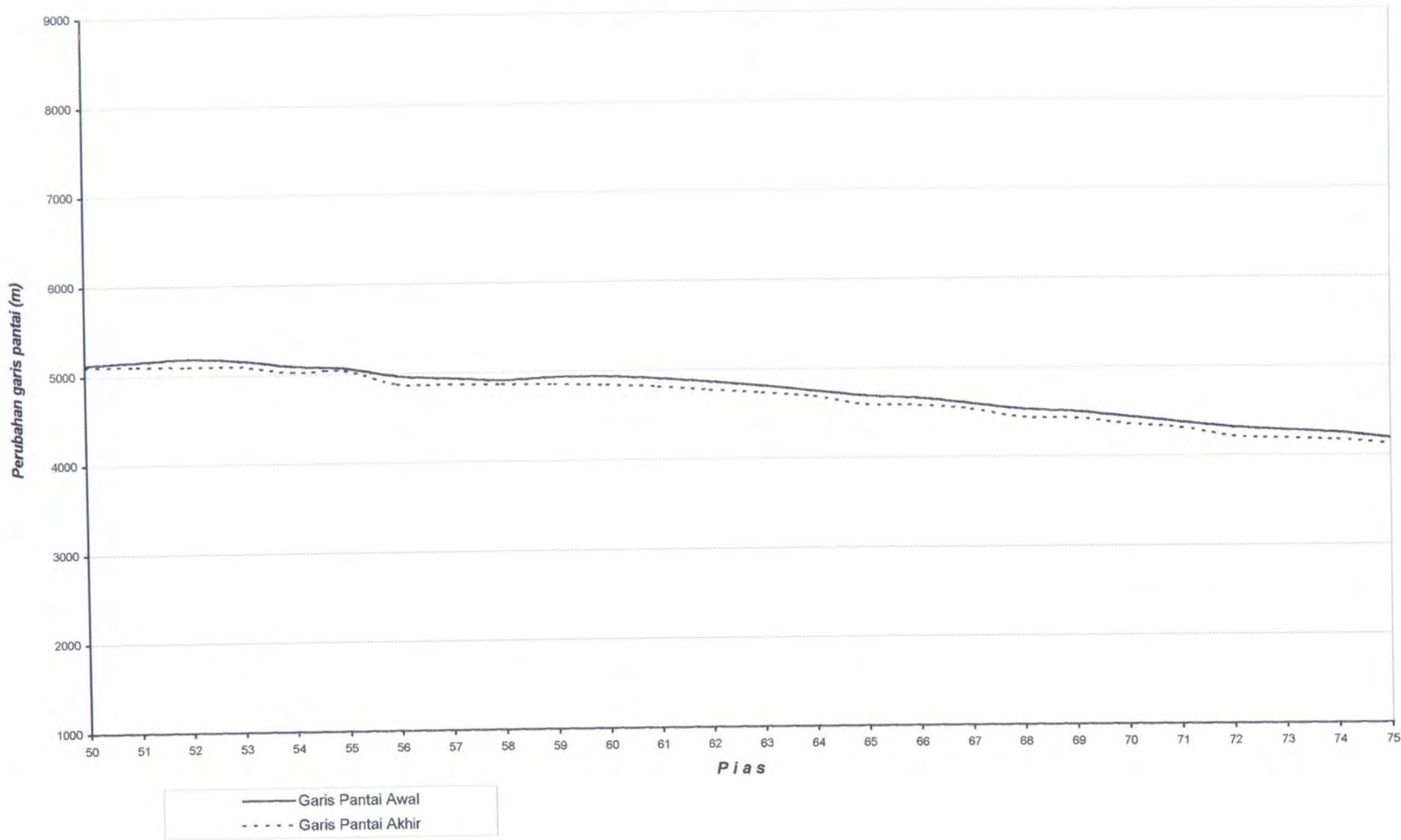
*Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat
Pias 1 - 25 selama 10 tahun*



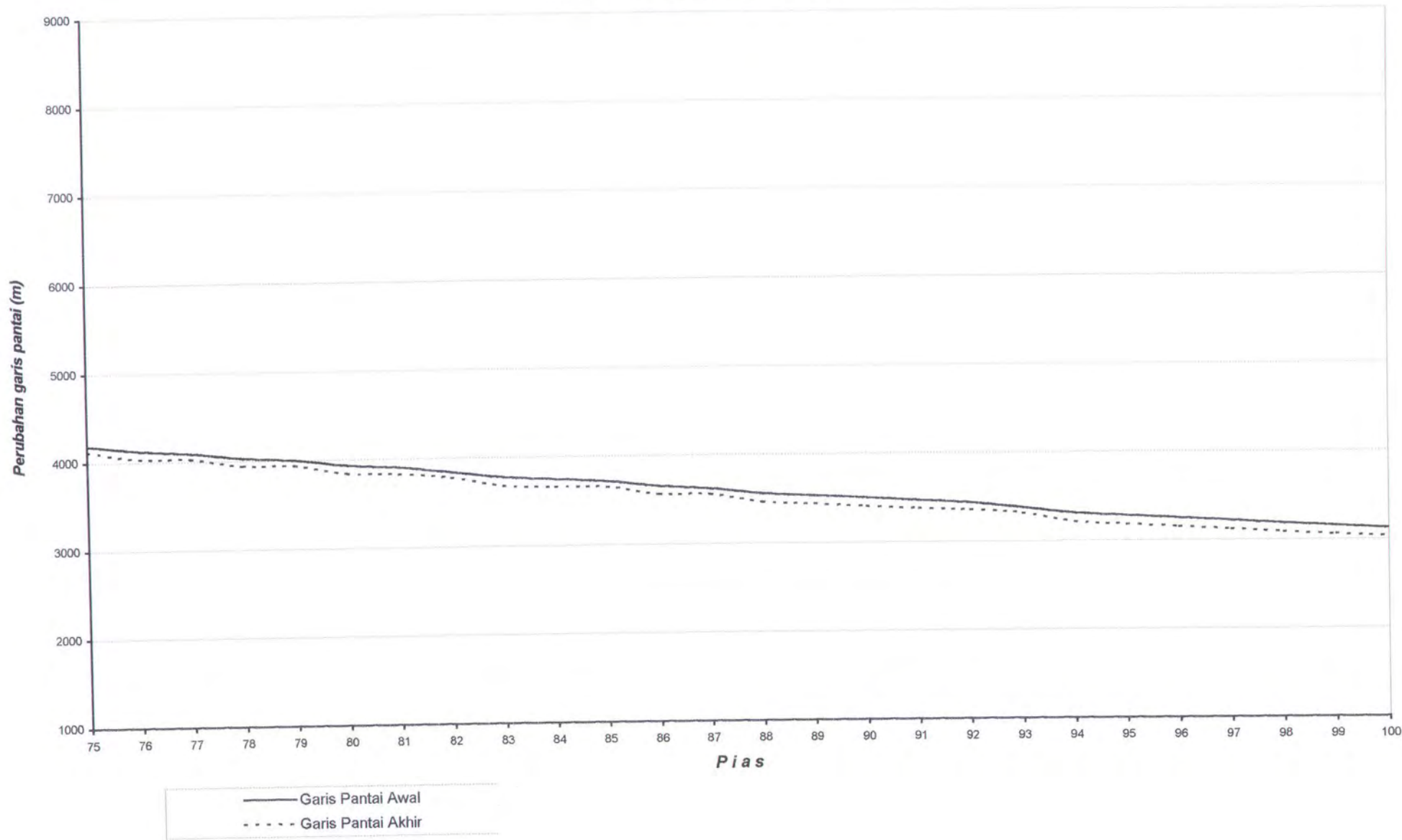
*Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat
Pias 25 - 50 selama 10 tahun*



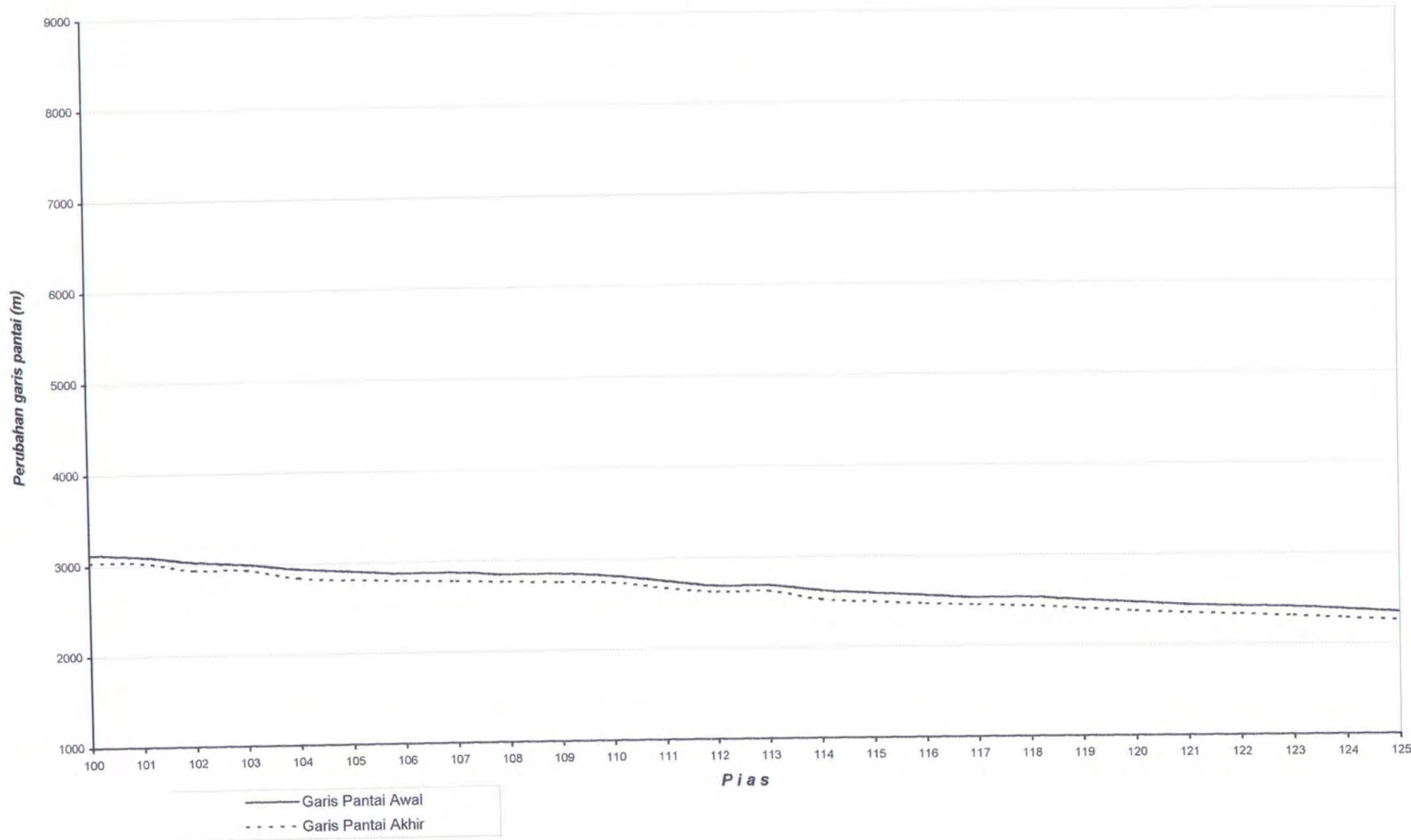
*Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat
Pias 50 - 75 selama 10 tahun*



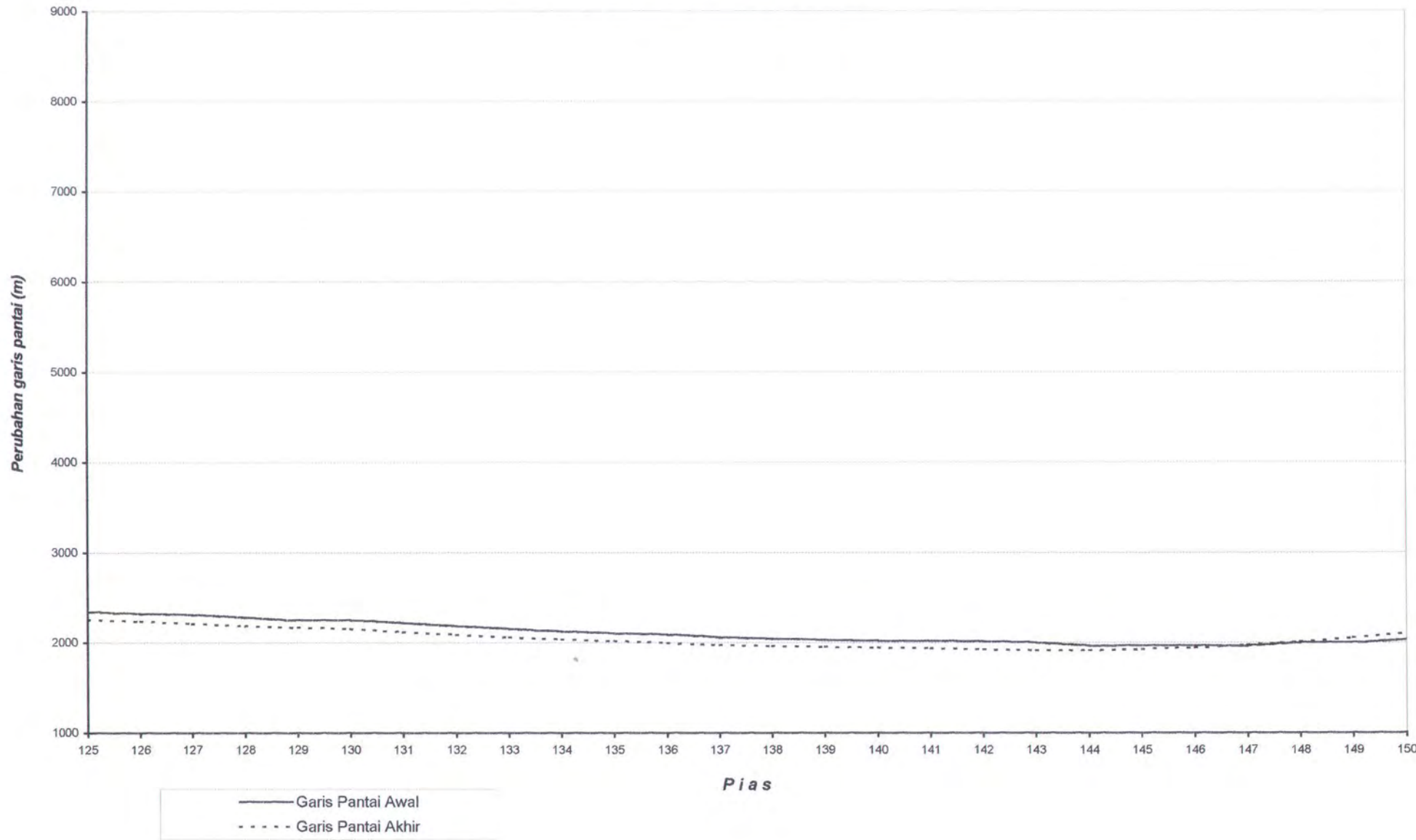
*Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat
Pias 75 - 100 selama 10 tahun*



*Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat
Pias 100 - 125 selama 10 tahun*



*Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat
Pias 125 - 150 selama 10 tahun*



*Grafik Perubahan Garis Pantai Kedung Semat
Pias 150 - 176 selama 10 tahun*

