TUGAS AKHIR – MO 141326

STUDI *LAYOUT* RENCANA PENAMBAHAN PANJANG DERMAGA JAILOLO UNTUK KAPAL 3000 DWT DENGAN ASPEK HIDRO-OSEANOGRAFI

DENTA AGRA SONYA

NRP. 4313 100 124

Dosen Pembimbing:

1. Suntoyo, ST., M.eng., Ph.D.
2. Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M. Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017

UNDERGRADUATE THESIS - MO 141326

LAYOUT STUDY OF LONG-TERM LOADING PLAN FOR 3000 DWT CARGO SHIP WITH HYDRO-OCEANOGRAPHY ASPECT

DENTA AGRA SONYA

NRP. 4313 100 124

SUPERVISORS:

1. Suntoyo, ST., M.eng., Ph.D.
2. Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M. Sc.

DEPARTMEN OF OCEAN ENGINEERING

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2017

STUDI *LAYOUT* RENCANA PENAMBAHAN PANJANG DERMAGA JAILOLO UNTUK KAPAL 3000 DWT DENGAN ASPEK HIDRO-OSEANOGRAFI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
DENTA AGRA SONYA
NRP. 4313 100 124

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Suntoyo, S.T., M.Eng. Ph.D.....(Pembimbing1)
2. Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc.....(Pembimbing2)
3. Dr.Ir.Wahyudi, M.Sc.....(Penguji 1)

SURABAYA, 25 JULI 2017

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis diizinkan menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya yang berjudul "**Studi *Layout* Rencana Penambahan Panjang Dermaga Jailolo untuk Kapal 3000 DWT dengan Aspek Hidro-Oceanografi"**.

Tugas akhir ini disusun penulis guna memenuhi salah satu syarat wajib yang harus di tempuh mahasiswa Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan sehingga dapat menjadi penyempurna pada laporan selanjutnya.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Surabaya, 18 Juli 2017

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Sehubungan dengan terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, pertama penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT karena dengan izinnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya, serta pihak-pihak yang telah membantu saya, maka dalam lembar ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis (Bapak Dedik Hariyantoko dan Ibu Sri Sundari) yang selalu memberikan dukungan secara moril maupun materil dan doanya sehingga saya mampu melaluli masa perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya.
2. Bapak Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang selama masa pengerjaan tugas akhir yang dengan sabarnya membantu memberikan masukan dalam pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang selama masa pengerjaan tugas akhir juga memberikan masukan guna menyempurnakan pengerjaaan tugas akhir.
4. Teman-teman “Valtameri” angkatan 2013, yang menjadi teman menjalani masa-masa perkuliahan.
5. Teman-teman kos yang memberikan bantuanya diluar bangku perkuliahan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....i

LEMBAR PENGESAHAN iii

ABSTRAK.....iv

ABSTRACS v

KATA PENGANTAR vi

UCAPAN TERIMAKASIH.....vii

DAFTAR ISI.....viii

DAFTAR TABEL.....xi

DAFTAR GAMBAR xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah..... 1

1.2. Rumusan Masalah 4

1.3. Tujuan..... 4

1.4. Manfaat..... 4

1.5. Batasan Masalah..... 5

1.6. Sistematika Penulisan..... 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka 7

2.2. Dasar Teori9

2.2.1. Sedimentasi 9

2.2.2. Sedimen dan Sifat-sifat Sedimen 10
2.2.2.1. Ukuran Partikel..... 11
2.2.2.2. Rapat Massa, Berat Jenis dan Rapat Relatif..... 13
2.2.2.3. Kecepatan Endap..... 14
2.2.3. Transpor Sedimen 17
2.2.4. Pola Arus..... 18
2.2.5. Pasang Surut..... 19
2.2.6. Pola Arus Pasang Surut..... 21
2.2.7. Batimetri..... 21
2.2.8. Ukuran Alur Pelayaran..... 22
2.2.9. Kedalaman Kolam Pelabuhan..... 23
2.3. Software DELFT3D 24

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian..... 25
3.2. Keterangan Diagram Alir 26

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Studi..... 27
4.2. Data 29
4.2.1. Data Batimetri..... 30
4.2.2. Data Pasang Surut 30
4.2.3. Data Sedimen..... 31

4.3. Layout Alternativ 32

4.4. Permodelan DELFT3D..... 33

4.4.1. Batimetri..... 33

4.4.2. Delft3D-RFGRID 34

4.4.3. Delft3D-Quickin..... 36

4.4.4. Delft3D-Flow..... 38

4.4.4.1. Domain 38

4.4.4.2. Time Frame..... 39

4.4.4.3. Processes..... 41

4.4.4.4. Boundaries 41

4.4.4.5. Physical Parameters..... 41

4.4.4.6. Output 41

4.4.4.7. Running 42

4.4.5. Validasi 43

4.4.5. Hasil Simulasi 44

4.4.6.1. Analisis Perbandingan Pola Arus 44

4.4.6.2. Analisis Perbandingan Laju Sedimentasi 51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 59

5.2 Saran..... 59

DAFTAR PUSTAKA 61

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi ukuran butir dan sediment 11
Tabel 4.1. Tabel komponen pasang-surut perairan Jailolo 31
Tabel 4.2. Tabel klasifikasi sampel sedimen 31
Tabel 4.3. Laju sedimentasi *layout* dermaga eksisting 54
Tabel 4.4. Laju sedimentasi *layout* dermaga alternatif 1 56
Tabel 4.5. Laju sedimentasi layout dermaga alternatif 2 57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta pelabuhan Jailolo di Kabupaten Halmahera Barat 2
Gambar 2.1. Distribusi ukuran butir 12
Gambar 2.2. Pengaruh waktu konsolidasi terhadap massa endapan 13
Gambar 2.3. Kecepatan endap butir kwarsa berbentuk bola 14
Gambar 2.4. Pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap 15
Gambar 2.5. Pengaruh konsentrasi suspense terhadap kecepatan endap 16
Gambar 2.6. Pengaruh salinitas terhadapa kecepatan endap 16
Gambar 2.7. Ukuran alur pelayaran kapal satu jalur 23
Gambar 2.8. Ukuran alur pelayaran kapal dua jalur 23
Gambar 2.9. Ukuran dasar kolam di depan dermaga 24
Gambar 2.10. Software DELFT3D 24
Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir 25
Gambar 4.1. Peta studi lokasi pelabuhan Jailolo 29
Gambar 4.2. Peta batimetri perairan Jailolo 30
Gambar 4.3. Gambar grafik pasang-surut perairan Jailolo 31
Gambar 4.4. Grafik grainsize Jailolo 32
Gambar 4.5. *Layout* eksisting dermaga Jailolo 32
Gambar 4.6. *Layout* alternatif 1 dermaga Jailolo 33
Gambar 4.7. *Layout* alternatif 2 dermaga Jailolo 33
Gambar 4.8. Daftar menu yang ada di software Delft3D 34
Gambar 4.9. File batimetri format .XYZ 35
Gambar 4.10. Menu RFGRID 35
Gambar 4.11. Hasil *input* file format .XYZ 36
Gambar 4.12. Proses pembuatan *grid* 36
Gambar 4.13. Menu QUICKIN 37
Gambar 4.14. Model grid dan kontur kedalaman 38
Gambar 4.15. Proses interpolasi *grid* dengan kontur kedalaman 38
Gambar 4.16. Hasil interpolasi kontur kedalaman perairan Jailolo 39
Gambar 4.17. Menu parameter time frame pada delft3d 40
Gambar 4.18. Menu parameter processes pada delft3D 41
Gambar 4.19. Menu output pada delft3D 42

Gambar 4.20. Proses *running* 42
Gambar 4.21. Grafik pengamatan pasang surut Jailolo 43
Gambar 4.22. Grafik pasang surut output dari delft3D 43
Gambar 4.23. Pola arus pasang tertinggi *layout* dermaga eksisting 44
Gambar 4.24. Pola arus surut terendah, *layout* dermaga eksisting 45
Gambar 4.25. Kecepatan arus pasang tertinggi, *layout* dermaga eksisting 45
Gambar 4.26. Kecepatan arus surut terendah, layout dermaga eksisting 46
Gambar 4.27. Pola arus pasang tertinggi, layout dermaga alternatif 1 47
Gambar 4.28. Pola arus surut terendah, layout dermaga alternatif 1 47
Gambar 4.29. Kecepatan arus pasang tertinggi, layout dermaga alternatif 1 .. 48
Gambar 4.30. Kecepatan arus surut terendah, layout dermaga alternatif 1 48
Gambar 4.31. Pola arus pasang tertinggi, *layout* dermaga alternatif 2 49
Gambar 4.32. Pola arus surut terendah, *layout* dermaga alternatif 2 50
Gambar 4.33. Kecepatan arus pasang tertinggi, layout dermaga alternatif 2 .. 50
Gambar 4.33. Kecepatan arus pasang tertinggi, layout dermaga alternatif 2 .. 51
Gambar 4.35. Letak *cross-section layout* dermaga eksisting 52
Gambar 4.36. Letak *cross-section layout* dermaga alternatif 1 52
Gambar 4.37. Letak *cross-section layout* dermaga alternatif 2 53
Gambar 4.38. Pola sebaran sedimentasi *layout* dermaga eksisiting 54
Gambar 4.39. Pola sebaran sedimentasi *layout* dermaga alternatif 1 55
Gambar 4.40. Pola sebaran sedimentasi layout dermaga alternatif 2 57

BAB I

PENDAHULUAN

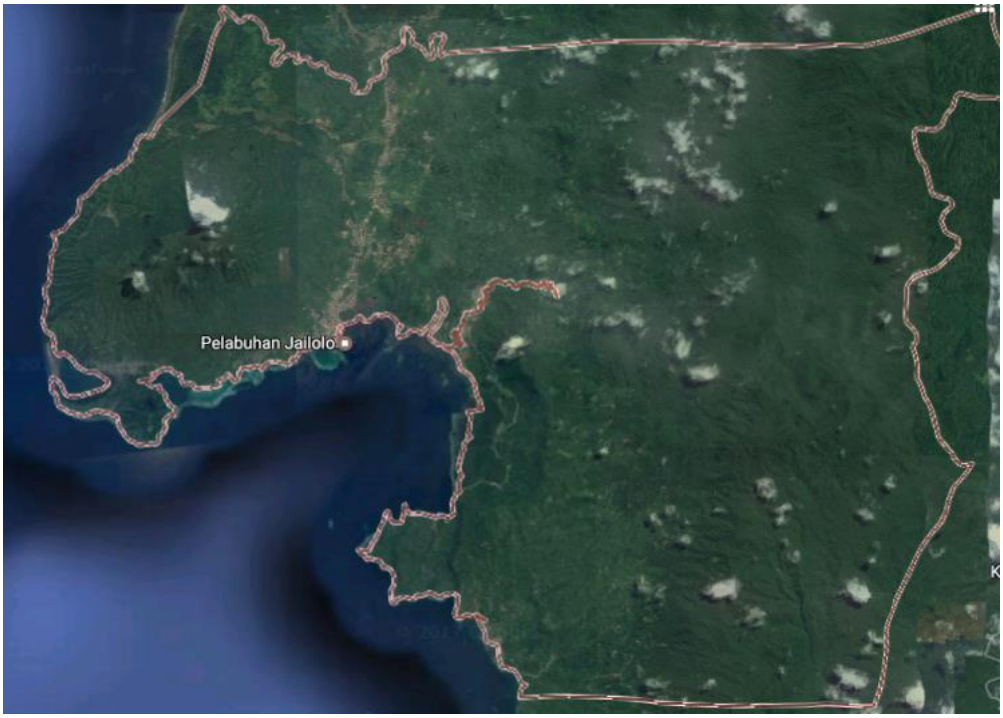
1.1. Latar Belakang Masalah

Pelabuhan merupakan sebuah fasilitas yang berada di ujung samudra, sungai, atau danau yang diperauntukan menerima kapal dan melakukan proses bongkar muat barang maupun orang. Pelabuhan juga merupakan suatu pintu gerbang untuk masuk ke suatu daerah tertentu dan sebagai prasarana penghubung antar daerah, antar pulau, bahkan antar negara. (Triatmodjo, 2009). Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa pelabuhan merupakan bangunan yang penting guna mendukung kemajuan ekonomi suatu daerah.

Jailolo merupakan sebuah kecamatan yang berada pada Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara, Indonesia. Di kecamatan ini terdapat sebuah pelabuhan yang bernama Pelabuhan Jailolo. Pemerintah Kabupaten Halmahera Barat berencana untuk mengembangkan fasilitas pelabuhan guna meningkatkan kegiatan ekonomi dan menunjang kelancaran perdagangan antar pulau dari maupun ke Kabupaten Halmahera Barat itu sendiri. Penambahan fasilitas pelabuhan direncanakan dengan menambahkan panjang dermaga pada pelabuhan Jailolo agar kapal dengan ukuran 3000 DWT dapat merapat pada pelabuhan tersebut.

Pembangunan fasilitas dermaga di suatu pelabuhan juga perlu memperhatikan kelayakan kolam labuh dan alur pelayaran di depan dermaga, hal ini sangat penting mengingat kapal yang akan dilayani di dermaga menjadi susah berlabuh jika alur pelayaran dan kolam labuh tidak layak atau belum mendapat perlakuan sehingga belum dapat di pastikan kapal yang akan dilayani dapat berlabuh dengan lancar di dermaga. Hal yang biasanya mempengaruhi kolam labuh dan alur pelayaran adalah sedimentasi. Laju sedimentasi yang besar mampu membuat kolam labuh dan alur pelayaran mengalami pendakalan, dan jika hal tersebut dibiarkan, maka pendangkalan akan terus menerus terjadi

sehingga kapal yang melewati alur pelayaran akan menyangkut dan tidak dapat berlabuh di tempat yang diinginkan.



Gambar 1.1. Peta pelabuhan Jailolo di Kabupaten Halmahera Barat

Proses sedimentasi dipicu oleh transpor sedimen dan bentuk struktur setempat (Afsal, 2013). Transpor sedimen merupakan proses pemindahan endapan (sedimen) yang dapat berupa pada air laut akibat gaya arus dan gelombang (CERC, 1984). Transpor sedimen tersebut terjadi dalam dua arah, yaitu sejajar garis pantai (*longshore)* dan tegak lurus (*cross shore)* garis pantai. Dimana pada proses tersebut mode transportasi sedimen dibagi menjadi tiga yaitu *bed load, suspended load,* dan *wash load* (Fredsøe dan Rolf, 1992).

Beberapa tahun sebelumnya Dain (2005) melakukan penelitian yang berjudul "Permodelan Pola Arus dan Sedimentasi di Lokasi Rencana Offshore Terminal Transit Utama (TTU) Pertamina Desa Remen, Kec. Jenu, Kab. Tuban". Dari penelitian tersebut dapat diketahui pola arus dan sebaran sedimentasi di di lokasi rencana pembangunan offshore terminal transit utama di Kab. Tuban.

Sudah banyak juga penelitian yang telah dilakukan mengenai pola arus dan sedimentasi diantaranya; Hidayat (2006), Wibowo (2009), Prayogi (2010), Al Hakim (2010), Achmad (2011), Fahmi (2015), dan Prakoso (2015) yang melakuan penilitian di lokasi-lokasi yang berbeda yaitu di pelabuhan Gresik, sungai Kalimas Surabaya, pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, dermaga Terminal Petikemas Surabaya, teluk Tomini Gorontalo, teluk Senggendis Bontang, dan pelabuhan Tanjung Priok Jakarta, dengan menghasilkan informasi tentang bagaimana pola arus yang terjadi maupun informasi tentang seberapa cepat laju sedimentasi dan erosi di daerah tersebut.

Penelitian pola arus dan laju sedimentasi mengunakan bantuan software juga telah dilakukan oleh Maulana (2008) yang menggunakan bantuan software Sufer, dan Atikasari (2016) yang mengunakan software Mike21. Hasil dari penelitian yang menggunakan bantuan software lebih jelas karena diikuti dengan gambar maupun animasi dari hasil simulasi.

Dari penelitian diatas penulis akan melakukan penelitian serupa namun dilakukan di daerah yang berbeda yaitu di daerah Halmahera barat, Maluku utara, tepatnya di pelabuhan Jailolo yang merencanakan pengembangan fasilitas dermaga yaitu penambahan panjang dermaga agar dapat melayani kapal 3000 DWT dengan menggunakan bantuan softaware delft3d.

Sehingga pada tugas akhir ini akan dilakukan permodelan untuk mengetahui pola arus serta sebaran sedimentasi setelah adanya rencana penambahan panjang dermaga Jailolo, yang nantinya akan didapatkan perubahan profil pantai Jailolo dengan prediksi pola transport sedimen. Hal ini dikemudian hari dapat menjadi masukan bagi pengelola pelabuhan Jailolo dalam pengambian keputusan dalam masalah manajemen pengelolaan sekitar wilayah pelabuhan, maupun sebagai informasi langkah apa saja yang akan di ambil sehingga kapal dengan 3000 dwt dapat berlabuh dan tambat di pelabuhan jailolo nantinya.

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah diatas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan alternatif layout perpanjangan dermaga untuk meninjau perbandingan pola arus dan sedimentasi?
2. Bagaimana perbandingan pola arus yang terjadi pada kondisi eksisting dan kondisi alternatif penambahan panjang dermaga ?
3. Bagaimana perbandingan laju sedimentasi pada kondisi eksisting dan kondisi alternatif penambahan panjang dermaga?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mendapatkan layout alternatif untuk membandingkan pola arus dan laju sedimentasinya.
2. Mengetahui perbandingan pola arus yang terjadi pada kondisi eksisting dan kondisi alternatif penambahan panjang dermaga.
3. Mengetahui perbandingan laju sedimentasi pada kondisi eksisting dan kondisi alternatif penambahan panjang dermaga.

1.4. Manfaat

Manfaat dari hasil studi tentang rencana penambahan panjang dermaga jailolo terhadap pola arus dan laju sedimentasinya yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini adalah sebagai bahan informasi, sehingga harapannya dari hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan dalam mempertimbangkan dan pengambilan keputusan pada penanganan sedimentasi yang terjadi di sekitar dermaga di pelabuhan jailolo dan alternatif apa saja yang dapat dilakukan setelah di ketahui bentuk pola arus, sedimentasi agar kapal dengan ukuran yang diinginkan dapat tambat dan berlabuh.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah studi hanya di sekitar dermaga Jailolo.
2. Dermaga di asumsikan menggunakan sitepile.
3. Dimensi dermaga pada permodelan di Delft3D tidak sama persis.
4. Permodelan pola arus dan sedimentasi menggunakan bantuan *software* DELFT3D.
5. Permodelan hanya 2 dimensi.
6. Alternatif yang diberikan berupa saran (tidak mendetail) dengan cara apa menangani kasus sedimentasi di depan dermaga.
7. Studi ini hanya mempertimbangkan masalah teknis, tidak membahas masalah ekonomi, lingkungan, dan sosial.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam melakukan perencanaan desain suatu struktur pantai/laut, sebelumnya harus dilakukan penelitian tenteng lokasi perencanaan , baik itu dari data primer maupun sekunder. Dengan semakin intensifnya pemanfaatan daerah pantai untuk kegiatan manusia, permasalahan dilingkungan pantai juga semakin meningkat. Departemen Pekerjaan Umum telah mengidentifikasi permasalahan yang ada di pantai. Dinamika masalah perairan dapat diketahui dengan mengetahui parameter-parameter oseanografi perairan yang dimaksud (Pariwono, 1996).

Rencana pembangunan Terminal Transit Utama merupakan salah satu bagian studi teknik pantai. Penyelesaian dari permasalahan teknik pantai memerlukan pengertian dari fenomena kelautan di daerah pantai. Studi pantai dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu: studi teoritis dan matematis, studi laboraturium dan studi lapangan (Triadmodjo, 1999). Arus dan sedimentasi merupakan salah satu permasalah yang ada di pantai. Arus merupakan perpindahan massa air dari satu tempat ke tempat lain yang disebabkan oleh berbagai faktor gradient tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas atau pasang surut. Sebagian besar perairan, faktor utama yang dapat menimbulkan arus relatif kuat adalah angin dan pasang surut. Arus yang disebabkan oleh angin biasanya bersifat musiman dan arus yang disebabkan oleh pasang surut adalah bersifat harian sesuai dengan kondisi pasang surutnya. Pada saat air pasang, arus akan bergerak ke arah pantai dan akan bergerak ke arah laut pada saat air surut. Diketahuinya pola sirkulasi arus di suatu perairan maka akan dapat ditentukan arah dan sebaran dari materi yang terbawa oleh massa air yang mengalir bersama arus tersebut (Pariwono, 1996).

Proses sedimentasi dan abrasi merupakan proses alami yang dapat terjadi di semua pantai. Jika terjadi proses erosi di suatu pantai, maka sesuai hukum

kesetimbangan, akan ada kawasan pantai di tempat lain yang mengalami sedimentasi, yang perlu dicermati dalam proses erosi/sedimentasi adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam proses erosi hingga terjadi sedimentasi. Periode tersebut dapat berlangung relatif cepat atau lambat (Pariwono, 1996).

Beberapa tahun sebelumnya Dain (2005) melakukan penelitian yang berjudul "Permodelan Pola Arus dan Sedimentasi di Lokasi Rencana Offshore Terminal Transit Utama (TTU) Pertamina Desa Remen, Kec. Jenu, Kab. Tuban". Dari penelitian tersebut dapat diketahui pola arus dan sebaran sedimentasi di di lokasi rencana pembangunan offshore terminal transit utama di Kab. Tuban.

Sudah banyak juga penelitian yang telah dilakukan mengenai pola arus dan sedimentasi diantaranya; Hidayat (2006), Wibowo (2009), Prayogi (2010), Al Hakim (2010), Achmad (2011), Fahmi (2015), dan Prakoso (2015) yang melakuan penilitian di lokasi-lokasi yang berbeda yaitu di pelabuhan Gresik, sungai Kalimas Surabaya, pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, dermaga Terminal Petikemas Surabaya, teluk Tomini Gorontalo, teluk Senggendis Bontang, dan pelabuhan Tanjung Priok Jakarta, dengan menghasilkan informasi tentang bagaimana pola arus yang terjadi maupun informasi tentang seberapa cepat laju sedimentasi dan erosi di daerah tersebut.

Penelitian pola arus dan laju sedimentasi mengunakan bantuan software juga telah dilakukan oleh Maulana (2008) yang menggunakan bantuan software Sufer, dan Atikasari (2016) yang mengunakan software Mike21. Hasil dari penelitian yang menggunakan bantuan software lebih jelas karena diikuti dengan gambar maupun animasi dari hasil simulasi.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Sedimentasi

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai, dari aliran sungai dan dari laut dalam yang terbawa arus kearah pantai. Sifat sedimen pantai penting dipelajari untuk mengetahui proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut berupa ukuran pertikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk serta kecepatan endap. Gelombang yang dating dari laut dslam menuju pantai akan pecah pada kedalaman tertentu. Pada saat gelombang pecah akan terjadi limpasan energi yang dapat mengerosi partikel sedimen di dasar laut. Apabila gelombang pecah tersebut membentuk sudut terhadap garis pantai, komponen energi gelombang searah panjang garis pantai menyebabakan arus sepanjang pantai. Arus ini akan membawa sedimen yang tererosi dalam arah sejajar garis pantai, sehingga sedimentasi terjadi di sepanjang garis pantai (Triadmodjo, 1999).

Di daerah pantai, sungai, dan muara tidak akan lepas dengan yang namanya proses sedimentasi. Terlebih lagi di daerah sekitar terdapat aktifitas manusia. Sedimentasi merupakan proses pengendapan suatu material yang terkait oleh aliran dari bagian hulu akibat erosi (Wicaksono, 2014).

Sedimentasi terjadi karena adanya suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan pantai. Proses sediementasi akan terus berlangsung selama suplai muatan sedimentasi yang banyak dari daratan masih terus terjadi (Damerianne, 2013).

Sedimen yang mengendap pada suatu daerah mempunyai beberapa manfaat bagi kehidupan, antara lain dapat digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan, bahan *coastal restoration* dan sebagai tempat berkembang biak beberapa spesies air. Sedimen yang terlalu sedikit dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Hal ini terjadi di pantai Lousiana yang setiap tahun tergerus karena transport sedimen yang berasal dari sungai missisipi terlalu sedikit. Terlalu banyak timbunan sedimen juga dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan dan kerugian ekonomis. Hal ini dapat dicontohkan pada pelabuhan yang mengalami

sedimentasi yang mengakibatkan pendangkalan, pendangkalan tersebut menyebabkan kapal kesulitan keluar masuk kolam labuh, dan kapal harus mengurangi muatan agar tidak kandas (Anally, 2004)

2.2.2. Sedimen dan Sifat-sifat sedimen

Sedimen pantai berasal dari beberapa hal, yaitu erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang dibawa arus menuju pantai. Terdapat tiga macam pergerakan angkutan sedimen (Ronggodigdo, 2011) yaitu:

a. *Bed Load Transport*

   Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan bed load. Adanya bed load ditunjukan oleh gerakan pertikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat berupa gerakan bergeser, menggelining, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran dengan kecepatan yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding di sepanjang saluran.

b. *Suspended Load Transport*

   Suspended load adalah material dasar sungai (bed material) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang diatas dasar sungai, karena selalu terdorong keatas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen kea rah permukaan, maka material tersebut akan tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

c. *Wash Load Transport*

   Wash load merupakan angkutan sedimen dengan partikel sangat halus yang dapat berupa lempung *(silk)* dan debu *(dust)* yang terbawa oleh aliran sungai. Partakel ini akan terbawa aliran sampai ke laut. Sumber utama dari wash load adalah hasil pelapukan lapisan atau batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada

aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relative cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong aliran tersebut.

Dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi, sangat penting untuk mengetahui sifat-sifat sedimen. Sifat-sifat sedimen tersebut, antara lain ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya (Triadmodjo, 1999).

2.2.2.1. Ukuran Partikel

Dari sifat-sifat yang disebutkan di atas, ukuran partikel dan distribusinya merupakan sifat yang palin penting, range ukuran butir yang berkaitan dengan rekayasa pantai sangat luas diantaranya lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral *(pebble)*, *cobble*, dan batu *(boulder)*. Berdasarkan klasifikasi tersebut pasir memiliki diameter antara 0,063 mm sampai 1 mm yang selanjutnya dibedakan menjadi lima kelas. Material sangat halus seperti lumpur dan lempung berdiameter dibawah 0,063 mm yang merupakan sedimen kohesif.

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butir dan sediment (Triadmodjo, 1999)

Klasifikasi		Diameter Partikel	
		mm	Satauan phi
Batu		256	-8
Cobble		128	-7
		64	-6
Koral (Pebble)	Besar	32	-5
	Sedang	16	-4
	Kecil	8	-3
	Sangat kecil	4	-2
Kerikil		2	-1
Pasir	Sangat kasar	1	0
	Kasar	0,5	1
	Sedang	0,25	2
	Halus	0,125	3
	Sangat halus	0,063	4
Lumpur	Kasar	0,031	5
	Sedang	0,015	6
	Halus	0,0075	7
	Sangat halus	0,0037	8
Lempung	Kasar	0,0018	9
	Sedang	0,0009	10
	Halus	0,0005	11
	Sangat halus	0,0003	12

Distribusi ukuran butir yang biasanya dipresentasikan dalam bentuk kurva presentase berat komulatif yang diberikan dalam gambar 2.1. Umumnya distribusi ukuran butiran pasir mendekati log normal, sehingga sering digunakan pula skala phi, yang di definisikan sebagai berikut:

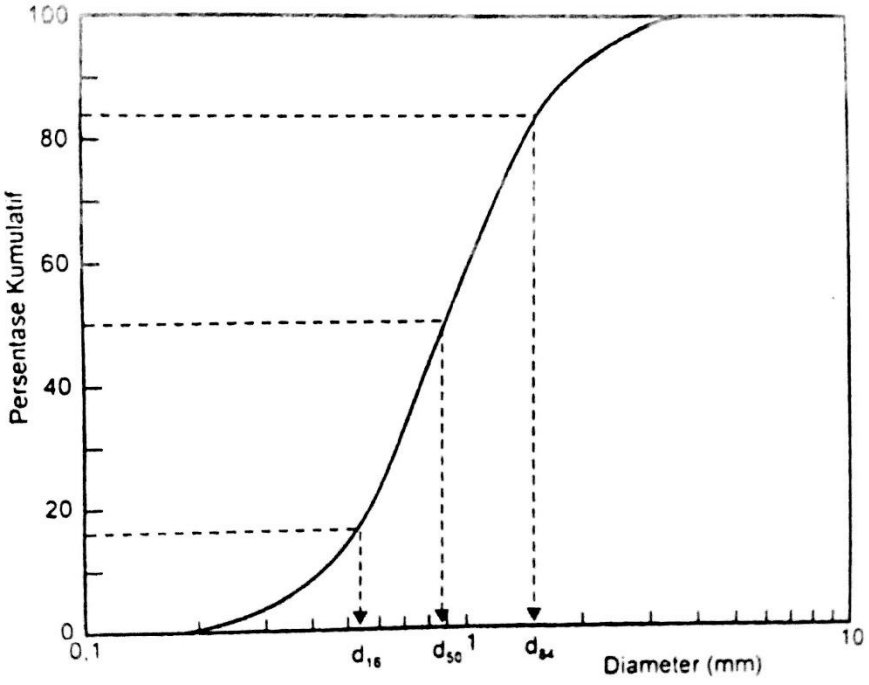
$$\Phi = - \text{Log}_2 D \tag{2.1}$$

dengan D merupakan diameter butir dengan satuan millimeter. 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 cara berikut:

$$D_m = \sqrt{D_{16} D_{84}} \tag{2.2}$$

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{D_{84}}{D_{16}}} \tag{2.3}$$

dengan notasi D_p adalah ukuran di mana $_p$% dari berat sampel adalah lebih halus dari diameter butir tersebut. Untuk mengukur derajad penyebaran ukuran butir terhadap nilai rerata sering digunakan koefisien S_0 yang didefinisikan sebagai:



Gambar 2.1. Distribusi ukuran butir (Triadmodjo, 1999)

$$S_0 = \sqrt{\frac{D_{75}}{D_{25}}} \qquad (2.4)$$

Apabila $1{,}0 \leq S_0 \leq 1{,}5$ ukuran butir seragam, untuk $1{,}5 \leq S_0 \leq 2{,}0$ penyebaran ukuran butir pasir sedang, sedang jika $2{,}0 \leq S_0$ gradasi ukuran pasir sangat bervariasi.

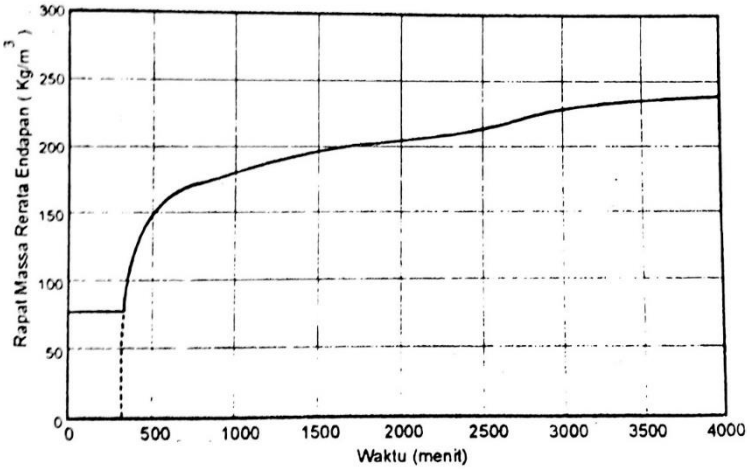
2.2.2.2. Rapat Massa, Berat Jenis dan Rapat Relatif

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:

$$\gamma = \rho\, g \qquad (2.5)$$

Rapat massa atau berat jenis sedimen merupakan fungsi dari komposisi mineral. Rapat relatif adalah perbandingan antara rapat massa suatu zat dengan rapat massa air 4°. Rapat massa air pada temperatur 4° adalah 1000 kg/m^3 dan Rapat relatif pasir adalah sekitar 2,65. Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan. Konsentrasi endapan dipengaruhi oleh waktu konsolidasi.

Gambar 2.2 menunjukan perubahan rapat massa rerata endapan dasar sebagai fungsi waktu selama konsolidasi.Terlihat bahwa rapat massa adalah konstan selama periode pengendapan. Mulai suatu waktu tertentu rapat massa naik dengan cepat dan kemudian berangsur-angsur sampai dicapai nilai maksimal (Nicholson dan Cornor 1986).



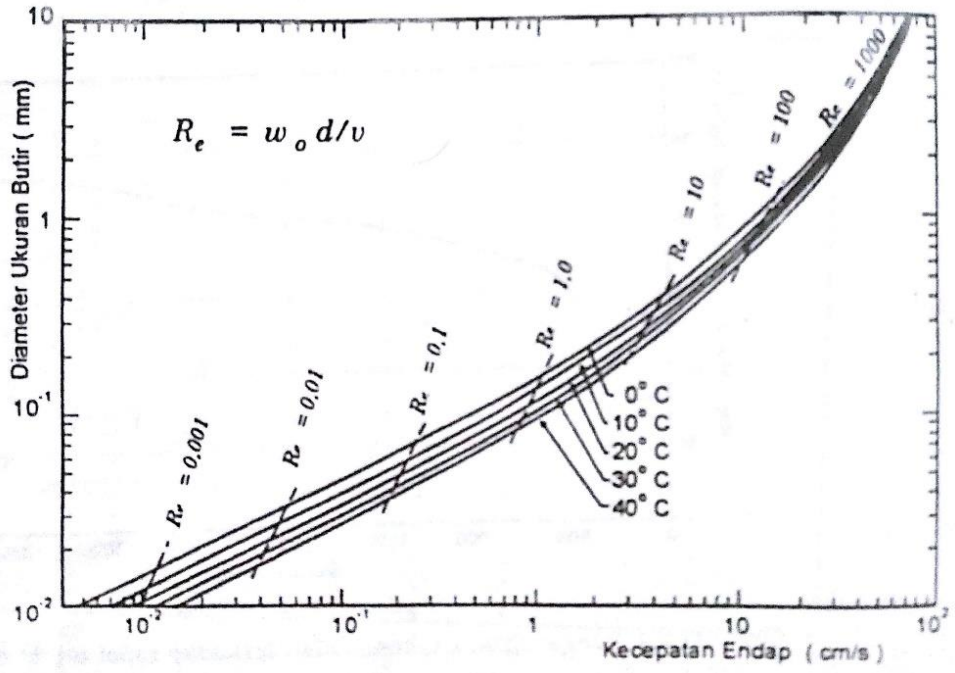
Gambar 2.2. Pengaruh waktu konsolidasi terhadap massa endapan (Triadmodjo, 1999)

2.2.2.3. Kecepatan Endap

Kecepatan endap butir sedimen juga penting di dalam mempelajari mekanisme transpor sedimen, terutama untuk sedimen suspensi. Untuk sedimen non kohesif, seperti pasir, kecepatan endap dapat dihitung menggunakan rumus stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen dan air, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Gambar 2.3 menunjukan kecepatan endap butir kwarsa berbentuk bola di air sebagai fungsi ukuran butir dan temperature air (Bonnefille R, 1980). Dalam gambar tersebut Rw adalah angka Reynolds butiran yang berbentuk:

$$Rw = \frac{WD}{v} \tag{2.6}$$

dengan D adalah diameter butir, W adalah kecepatan endap dan v adalah kekentalan kinematik air.



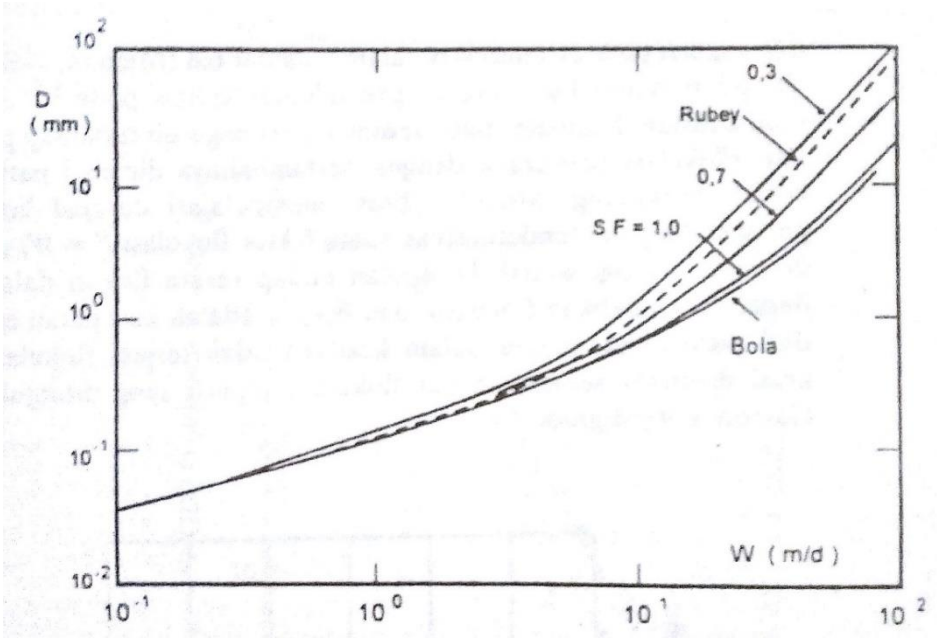
Gambar 2.3. Kecepatan endap butir kwarsa berbentuk bola (Triadmodjo, 1999)

Apabila butir pasir tidak berbentuk bola, seperti kebanyakan pasir yang ada di alam, maka perlu diperhitungkan bentuk butiran yang dinyatakan dengan faktor bentuk yang diberikan berikut ini,

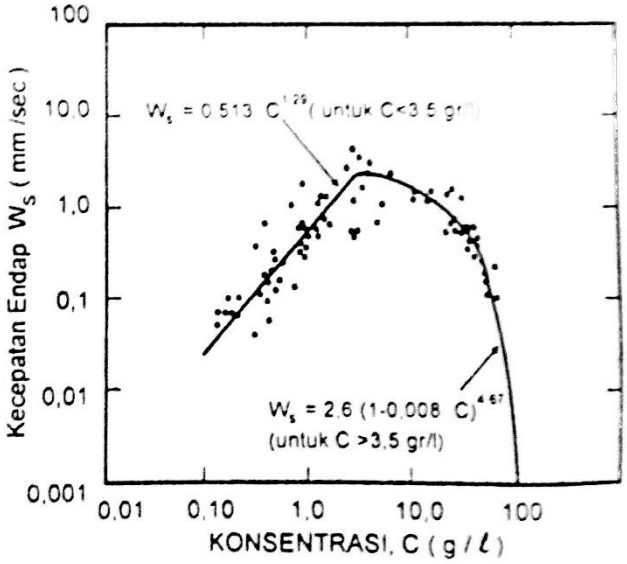
$$SF = \frac{D_1}{(D_2 D_3)^{1/2}} \qquad (2.7)$$

dengan D_1, D_2 dan D_3 adalah panjang sumbu-sumbu terpendek, menegah dan terpanjang. Gambar 2.4 menunjukan pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap. Kurva tersebut dibuat berdasar percobaan dengan menggunakan sedimen di air pada temperatur 20° C (Sleath, 1982).

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 W dengan konsentrasi suspense C (Mehta, 1984). Salinitas juga berpengaruh terhadap kecepatan endap seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5 (Migniot, 1968). Kecepatan endap meningkat cepat dengan salinitas sampai pada 2% dan kemudian konstan. Diameter butir sedimen berpengaruh terhadap proses flokulasi. Flokulasi berkurang dengan bertambahnya dimensi partikel karena kohesi berkurang. Flokulasi yaitu fenomena dimana resultan gaya permukaan yang bekerja pada partikel sedimen adalah dominan gaya tarik, maka partikel akan berkumpul dan membentuk kumpulan sedimen yang disebut flokon dengan dimensi yang lebih besar dari pada partikel sedimen individu.

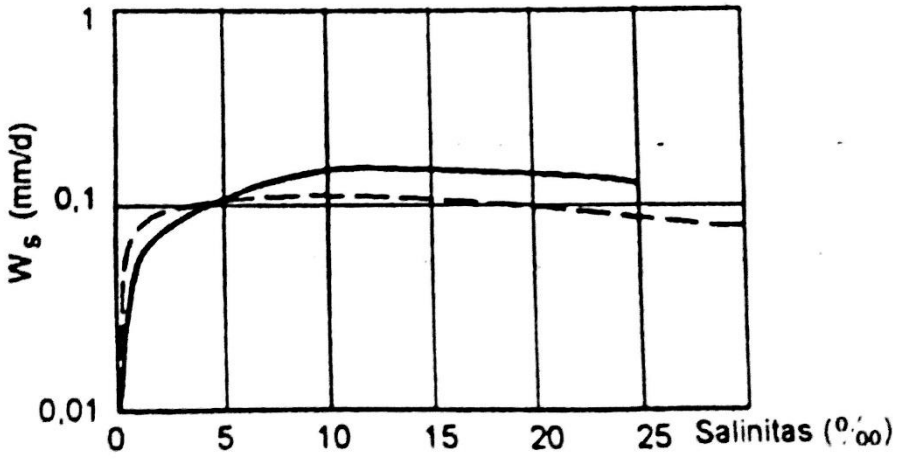


Gambar 2.4. Pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap (Triadmodjo, 1999)



Gambar 2.5. Pengaruh konsentrasi suspense terhadap kecepatan endap (Triadmodjo, 1999)

Migniot (1968) mempelajari derajad kohesi antara partikel dengan mendefinisikan suatu faktor flokulasi $F=W_{f\ 50\%}/W_{d\ 50\%}$ di mana $W_{f\ 50\%}$ adalah kecepatan endap rerata flokon dalam air yang dapat menyebabkan flokulasi, dan $W_{d\ 50\%}$ adalah kecepatan rerata dari partikel elemeter dalam keaadaan tidak terjadi flokulasi. Semakin kecil diameter semakin besar flokulasi, seperti yang ditunjukan dalam Gambar 2.6 (Migniot, 1968)



Gambar 2.6. Pengaruh salinitas terhadapa kecepatan endap (Triadmodjo, 1999)

2.2.3. Transpor Sedimen

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang dsebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen pantai inilah yang akan menentukan terjadinya sedimentasi atau erosi di daerah pantai. Material non kohesif lebih dikenal dengan *bed load transport* karena butiran partikel sedimennya berpindah dengan cara menggeser, menggelinding atau meloncat. Sedangkan material sedimen kohesif sering disebut sebagai *suspended load transport*, sebab material sedimen berpindah dengan cara melayang di air.

Ada tiga faktor utama yang mengontrol sebaran sedimen di daerah pantai, yaitu sumber sedimen, tingkat energi gelombang dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen sepanjang profil pantai dihasilkan oleh variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen. Selain itu 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 dan arus memiliki peranan yang sama pentingnya dalam perpindahan material ke tempat lain. Fenomena di atas juga bergantung pada karakteristik dari material dasar pantai, pengaruh gelombang dan arus.

Sedimen transport berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Erosi yang tidak diinginkan pada bangunan pantai, abrasi garis pantai, atau pengendapan sedimen/pelumpuran pada alur pelabuhan atau muara adalah beberapa contoh permasalahan yang berkaitan dengan sedimen transport. Pengetahuan mengenai sedimen transpor ini berguna untuk memperkirakan kecepatan dan jumlah transport sedimen. Sehingga dengan pemahaman tingkat/kecepatan sedimen transport, kemungkinan untuk perubahan garis pantai dapat diketahui sebelumnya dan pengaruhnya terhadap bangunan-bangunan buatan dapat diminimumkan (Achmad, 2011).

Transpor sedimen dibedakan menjadi dua macam yaitu transport menuju pantai dan transpor meninggalkan pantai (*Onshore-offshore transport*) yang mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedangkankan transpor sepanjang pantai (*longshore transport)* mempunyai arah rata-rata sejajar pantai

(CERC, 1984). Sifat-sifat sedimen yang dapat mempengaruhi laju transport sedimen di sepanjang pantai. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju sedimen antara lain :

- Karakteristik material sedimen (distribusi butir, bentuk, ukuran, rapat massa)
- Karakteristik gelombang dan arus (arah dan kecepatan angin, pasang surut)

Kecepatan gerak partikel air akan bertambah tinggi sebanding dengan tingginya gelombang dan semakin berkurangnya kedalaman perairan. Kecepatan gerak partikel dekat dasar (u*) sangat berhubungan dengan tegangan geser (τ_b). Hal ini dapat dinyatakan dalam bentuk hubungan sebagai berikut:

$\tau_b = \rho\, u*$ dengan nilai $u*$ dinyatakan:

$$U* = \sqrt{\frac{f\, ub}{2}} \qquad (2.8)$$

dengan:

$u*$ = kecepatan geser dasar
ρ = massa jenis air (kg/m^3)
f = faktor gesekan

2.2.4. Pola Arus

Arus laut merupakan gerakan massa air yang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain yang memiliki tekanan udara tinggi ke tekanan udara yang lebih rendah disebabkan oleh pengaruh angin yang berhembus di atas permukaan air. Bijker (1972) memberikan batasan bahwa arus laut adalah gerakan horizontal air laut. Namun dalam kondisi yang sebenarnya, arus tidak selalu bergerak kearah horizontal karena ada juga arus yang bergerak secara vertikal seperti proses *upwelling* (pergerakan massa air ke atas) dan *sinking* (pergerakan massa air ke bawah)

Massa air laut adalah volume air laut yang dipengaruhi oleh parameter fisika laut seperti temperatur, salinitas dan densitas. Hingga arus laut dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Arus yang dibangkitkan oleh perbedaan massa jenis air
2. Arus yang dibangkitkan oleh angin di permukaan laut
3. Arus yang dibangkitkan oleh pasang surut

Gaya yang mempengaruhi gerakan arus dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu gaya primer yang menjadi penggerak utama dan gaya sekunder yang merupakan akibat dari pergerkan. Gaya primer tersebut adalah gaya gravitasi, angin, tekanan udara, gempa di dasar lautan. Sedangkan gaya sekunder antara lain, gaya *Coriolis*, gaya friksi (Bruun, 1983). Gerakan arus permukaan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh gerakan angin muson yang terjadi dalam setahun yang mempengaruhi sirkulasi air laut di Indonesia.

2.2.5. Pasang Surut

Muka air laut selalu mengalami perubahan, terutama dalam hal ketinggian. Beberapa perubahn terjadi setelah beberapa tahun, tetapi sebagian ada yang mengalami perubahan di setiap harinya yang dikenal dengan istilah pasang surut. Laut naik paling tinggi ketika pasang naik, kemudian kembali ke permukaan paling rendahnya ketika muka air surut. Menurut Triadmodjo (1999), pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Ketika bulan bergerak mengitari bumi, kekuatan gravitasinya menarik air yang paling dekat dari posisinya. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari (Triadmodjo, 1999).

Elevasi muka air pasang surut ditentukan berdasarkan pengukuran selama 1 atau 30 hari. Beberapa elevasi tersebut dibagi menjadi yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Muka air laut tinggi *(high water level*, HWL), adalah muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.

b. Muka air rendah (*low water spring*, LWS), adalah muka air terendah yang dicapai saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
c. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
d. Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
e. Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi elevasi di daratan.
f. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah muka air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
g. Muka air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah muka air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Beberapa definisi muka air tersebut banyak digunakan dalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan. Salah satunya adalah LLWL, LLWL diperlukan untuk menentukan kedalaman alur pelayaran dan kolam labuh.

Secara umum pasang surut di berbagai daerah dibedakan menjadi empat tipe (Triadmodjo, 1999), yaitu:

1. Pasang Surut Harian Tunggal (*diurnal tide*)

   Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan Selat Karimata.
2. Pasang Surut Harian Ganda (*semi diurnal tide*)

   Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan dan secara teratur. Tipe pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terjadi di Selat Malaka sampai Laut Andaman.
3. Pasang Surut Campuran Condong ke Harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terjadi di perairan Indonesia Timur.

4. Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

   Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kdang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surutdengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini terdapat di selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

2.2.6. Pola Arus Pasang Surut

Arus pasang surut merupakan pergerakan air laut secara horizontal yang berhubungan dengan naik dan turunnya muka air oleh adanya pasang surut air laut. Arus pasang surut mempunyai sifat bergerak dengan arah yang berlawanan. Biasanya arus saat pasang akan bertolak belakang dengan arus saat surut. Kecepatan arus pasang surut minimum terjadi disaat air pasang atau surut, maka periode kecepatan arus pasang surut akan mengikuti periode pasang surut.

Gerak vertikal naik dan turunya muka air laut mengakibatkan gerak badan air secara horizontal, ini disebabkan karena adanya batas-batas berupa pantai maupun kedangkalan tertentu. Istilah pasang surut kemudian diberikan karena adanya fenomena gerakan badan air secara horizontal mendekati dan menjauhi arah pantai seiring dengan naik turunya muka air laut yang disebabkan gaya-gaya pembangkit pasang surut (Damerianne, 2013).

2.2.7. Batimetri

Batimetri merupakan hasil studi kedalaman dibawah air, lantai samudra maupun danau. Sebuah peta batimetri umumnya berisi tampilan relief lantai dengan garis kontur (*contour lines*) yang bisanya disebut kontur kedalaman (*depth contour* atau *isobath*) dan juga memiliki informasi tambahan mengenai navigasi permukaan. Peta batimetri sendiri juga dapat diartikan sebagai peta yang menunjukan gambar konfigurasi dasar laut yang dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Peta batimetri sangat berguna saat

ada pekerjaan yang berhubungan dengan bangunan-bangunan pantai, seperti perencanaan bangunan pelindung pantai, dermaga, maupun proses studi morfologi pantai (Wahyuni, 2014).

2.2.8. Ukuran Alur Pelayaran

Dalam menentukan ukuran (*measurement*) alur ini, perencana harus memperhatikan :

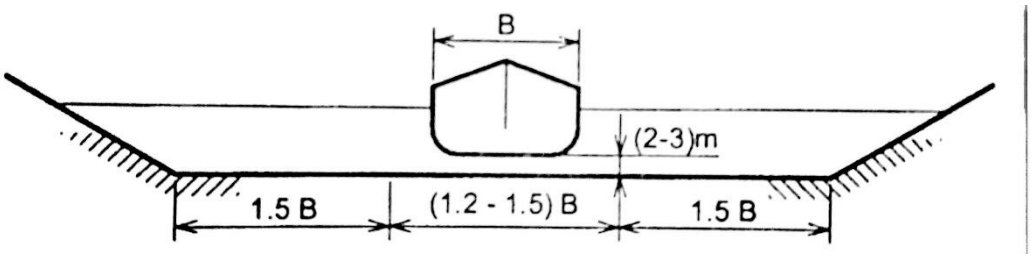
1. Besar kapal yang akan dilayani (panjang, lebar, sarat);
2. Jalur lalu lintas, yaitu searah atau dua arah;
3. Bentuk lengkung alur, yang berkaitan dengan besaran jari-jari alur tersebut;
4. Besaran tempat putar kapal dan lokasinya;
5. Arah angin, arus dan gelombang;
6. Stabilitas pemecah gelombang;
7. Arah kapal pada saat merapat dermaga.

Bila lebar kapal adalah B, lebar jalur lalu lintas (120-150)% B dan jalur pengaman 150 % B. pada gambar 2.7 dan 2.8 diberikan skema dari alur pelayaran yang sempurna masing-masing untuk lalu lintas searah dan dua arah. Ukuran lebar alur dihitung mulai titik alas dari kemiringan alur. Koordinasi garis tengah alur pelayaran ini harus jelas sehingga kapal dapat mudah melayarinya.

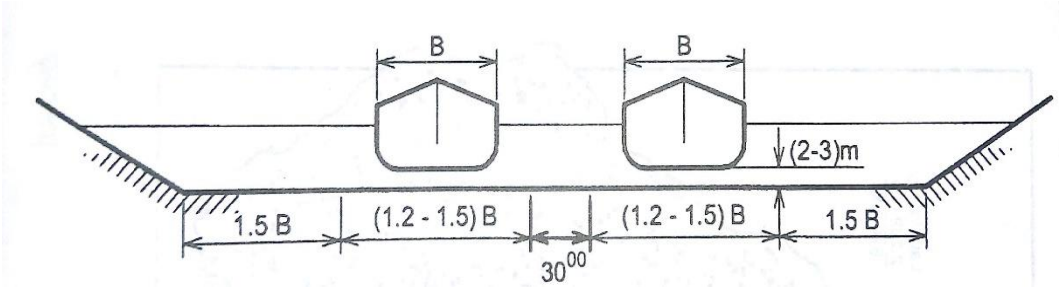
Gerakan kapal untuk masuk ke dalam suatu pelabuhan harus direncanakan, karena dipersulit dengan adanya arus dan angin yang berubah. Gerakan ini biasa disebut navigasi atau maneuver kapal. Karena sifat-sifat yang khusus dan untuk menghindarkan suatu kecelakaan, biasanya untuk masuk suatu pelabuhan nakhoda perlu meminta bantuan kepada Syahbandar setempat, guna mendapatkan jasa keterpaduan. Kapal disandarkan dengan menghadap ke luar; hal ini dimaksudkan agar ketika dalam kesulitan (kebakaran dan lain sebagainya) dapat segera ke luar pelabuhan dengan tenaga sendiri.

Navigasi ini meliputi:

a. Pendekatan kapal untuk masuk pelabuhan;
b. Gerakan memutar pada kolam putar
c. Penambatan kapal



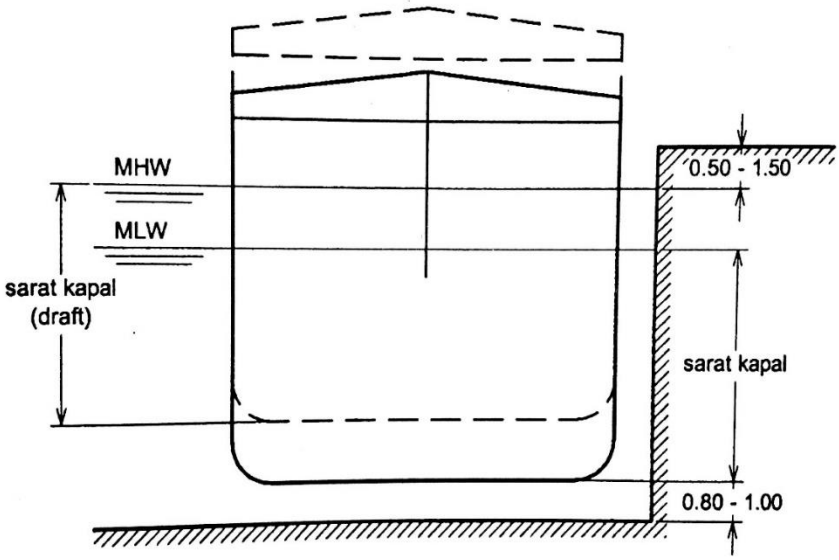
Gambar 2.7. Ukuran alur pelayaran kapal satu jalur (Kramadibrata, 2002)



Gambar 2.8. Ukuran alur pelayaran kapal dua jalur (Kramadibrata, 2002)

2.2.9. Kedalaman Kolam Pelabuhan

Pada umumnya kedalaman dasar kolam pelabuhan ditetapkan berdasarkna sarat maksimum kapal yang bertambat ditambah dengan jarak aman sebesar (0,8 – 1,0) m di bawah lunas kapal; jarak aman ini ditentukan berdasarkan ketentuan operasional pelabuhan (penambatan kapal dengan/tanpa kapal tunda) dan konstruksi dermaga. Taraf dermaga ditetapkan antara (0,5 – 1 ^{50}) m di atas MHWS sesuai dengan besar ukuran kapal. Dimensi kedalaman kolam pelabuhan ini secara ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.9 (Kramadibrata, 2002).



Gambar 2.9. Ukuran dasar kolam di depan dermaga (Kramadibrata, 2002)

2.3. Software DELFT3D

Delft3D merupakan sebuah software yang dapat mensimulasikan atau memodelkan model hidrodinamik multidimensi (2D atau 3D) yang berfungsi untuk perhitungan daerah pesisir, sungai, dan muara. Software ini dapat mensimulasikan gelombang arus, transport sedimen, kualitas air, dan ekologi pada daerah pesisir. Software Delft3D ini mempunyai modul utama yaitu FLOW-module yang berfungsi menghitung kondisi hidrodinamika (Arizal, 2011).

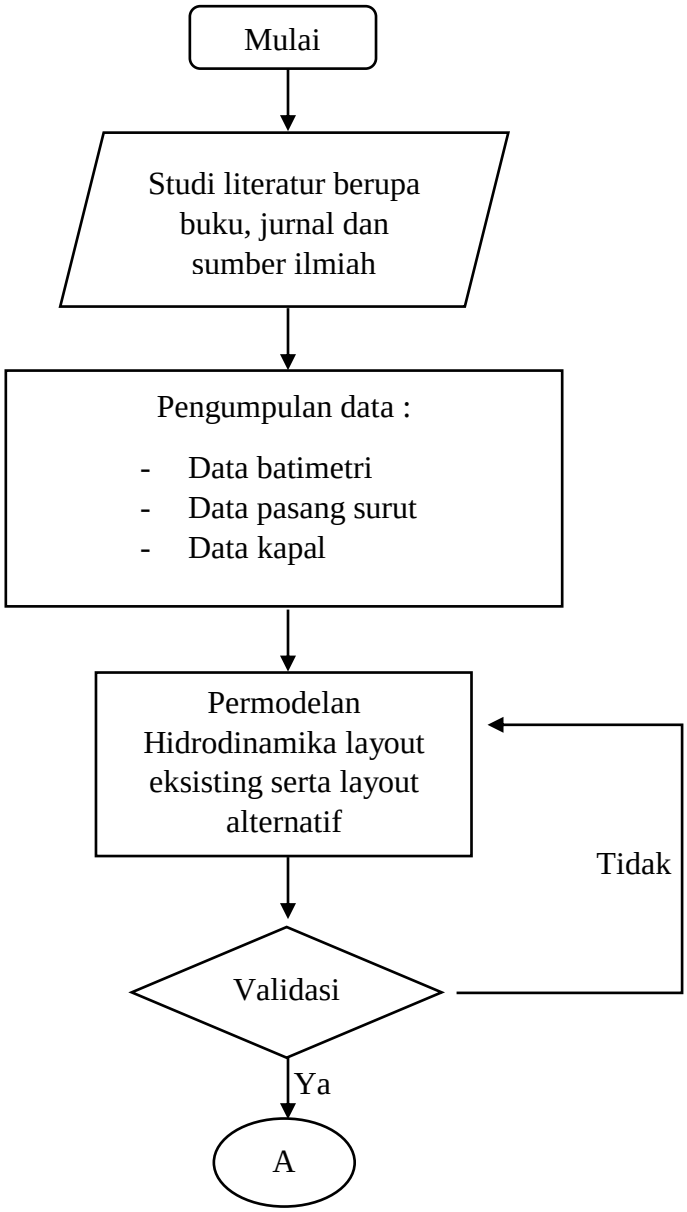
Gambar 2.10. Software DELFT3D

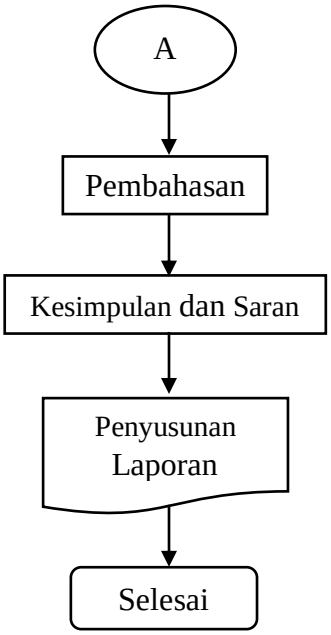
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) adalah sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2. Keterangan Diagram Alir

Penjelasan langkah-langkah penelitian dalam diagram alir pada gambar adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Studi literatur dilakukan untuk lebih memperjelas pengetahuan tentang seimentasi dan membantu memperjelas permasalahan yang ada. Literatur-literatur tersebut nantinya akan digunakan sebagai acuan dan referensi dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2. Pengumpulan Data

   Sebelum memulai proses pengerjaan, harus terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data-data terkait agar proses pengerjaan berjalan dengan lancar. Data-data yang diperlukan terdiri dari data partikel sediment, peta batimetri terbaru, data pasang surut, yang akan digunakan dalam permodelan yang juga merupakan data sekunder. Data-data sekunder

disini diperoleh dari pengukuran yang telah dilakukan oleh instansi-instansi terkait.

3. Permodelan Hidrodinamika

   Dalam melaksanakan permodelan hidrodinamika, permodelan menggunakan bantuan software Delft3D. Sebelumnya dilakukan terlebihdahulu simulasi untuk menentukan batas daerah yang akan dimodelkan dalam bentuk *grid* dengan menggunakan Delft3D-Grid. Kemudian data pasang surut dapat dimasukan ke dalam Delft3D-Quickin yang selanjutnya dapat dilakukan permodelan dapat dijalankan dengan menggunakan Delft3D-Flow.

4. Validasi

   Validasi diperlukan untuk mencocokakan hasil *meshing* dari model dengan peta bathimetri, karena bisa saja hasil *meshing* tidak sesuai dengan peta bathimetri yang dapat menyebabkan ketidaktepatan pada permodelan selanjutnya. Setelah hasil *meshing* sudah valid maka dapat dilanjutkan memodelkan sebaran sedimentasi.

5. Pembahasan

   Setelah di ketahui bentuk sebaran dan laju sedimentasi di area dermaga pelabuhan jailolo pada kondisi eksisting maupun rencana, maka di lakukan pembahasan berupa sudahkah kapal 3000 DWT dapat berlabuh di dermaga jailolo yang ditinjau dari segi sedimentasinya, kemudian langkah-langkah ataupun alternatif apa saja yang dapat diterapkan oleh pengelola pelabuhan apabila layout rencana pemanjangan dermaga memiliki sedimentasi yang besar sehingga alur pelayaran kapal dapat terganggu dan mengakibatkan kapal dengan ukuran 3000 DWT tidak dapat berlabuh.

6. Kesimpulan dan Saran

   Dalam bab ini akan dibuat kesimpulan dari pengolahan data dan hasil dari pembahasan, kemudian diberikan juga saran untuk penelitian selanjutnya.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun lima bab yang terdapat dalam sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. BAB 1 Pendahuluan

   Bab pertama berisi latar belakang masalah, tujuan, perumusan masalah, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini.

2. BAB 2 Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

   Tinjauan pustaka dari bab dua ini berisi tentang perbandingan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya sehingga penelitian sebelumnya dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian yang dilakukan. Sedangkan dasar teori berisi materi-materi yang terkait dalam bahasan penelitian yang dilakukan.

3. BAB 3 Metodologi Penelitian

   Dalam bab tiga ini diberikan tahapan-tahapan yang akan dilakukan penulis dalam melaksanakan penelitian berupa diagram alir beserta keterangannya.

4. BAB 4 Pembahasan

   Bab keempat berisi pembahasan berupa hasil dari permodelan yang menggunakan bantuan *software* Delft3D dan hubungannya dengan layout dermaga.

5. BAB 5 Kesimpulan dan Saran

   BAB terakhir berisi kesimpulan dari hasil pembahan yang telah dilakukan di bab sebelumnya, di bab ini juga akan diberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Studi

Lokasi studi dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah di pelabuhan Jailolo yang sedang dilakukan rencana pengembangan fasilitas pelabuhan, pelabuhan jailolo berada di kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara. Lokasi studi disajikan pada gambar 4.1 dengan mengkutip dari google map.

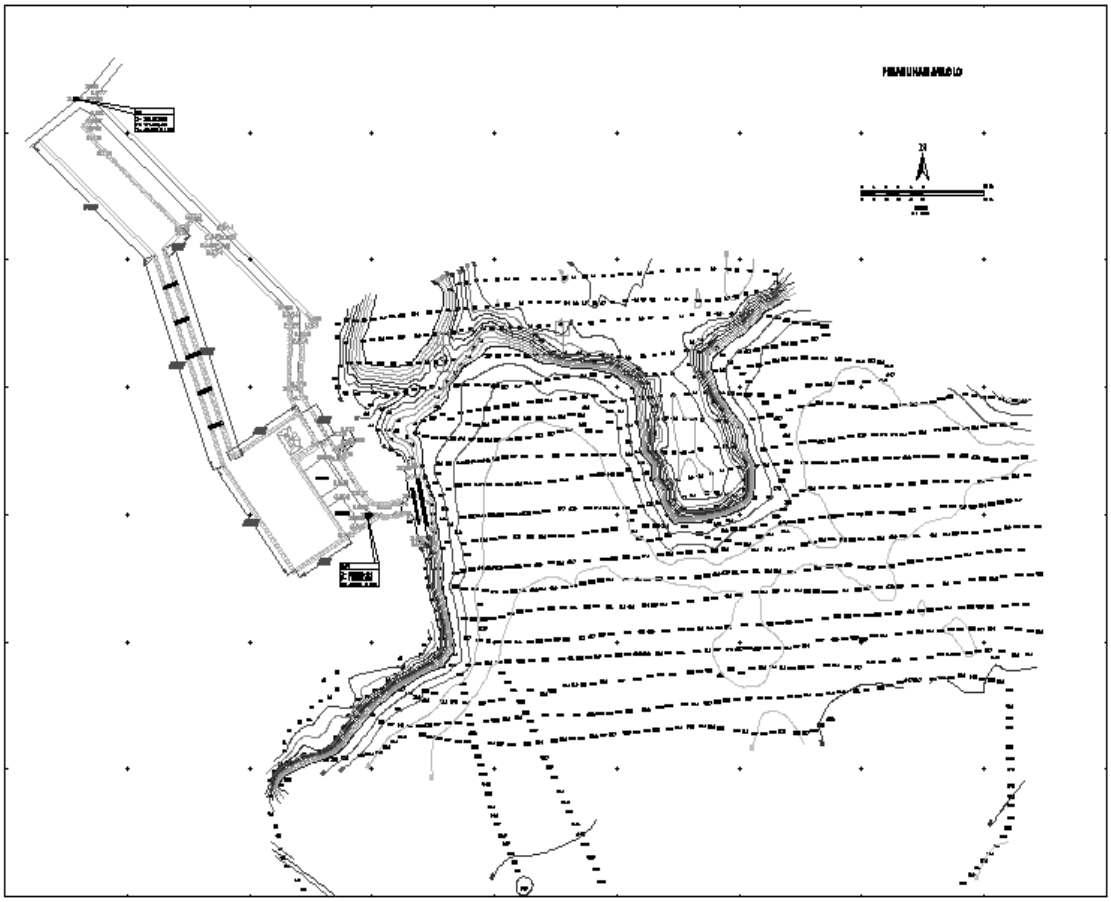
Gambar 4.1. Peta studi lokasi pelabuhan Jailolo

4.2. Data

Adapun data yang digunakan dalam tugas akhir ini yang berguna untuk inputan dalam permodelan menggunakan software delft3D, adalah sebagai berikut:

4.2.1. Data Batimetri

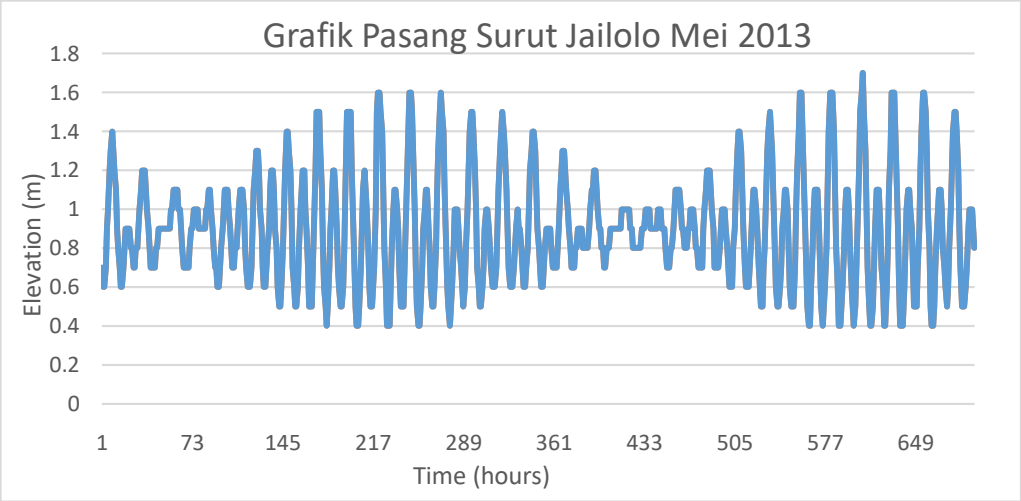
Data batimetri yang digunakan adalah data batimetri yang didapatkan dari CV. Pasifik Cipta Kreatif disajikan pada gambar 4.2. Data batimetri adalah data menunjukan kontur kedalaman perairan di daerah sekitar dermaga jailolo yang nantinya digunakan untuk membuat *meshing* di dalam *softwar*e delft3d.



Gambar 4.2. Peta batimetri

4.2.2. Data Pasang Surut

Data pasang surut di perairan Jailolo yang telah di plotkan kedalam grafik, sehingga dapat diketahui bagaimana tipe dan keadaan tertinggi saat air pasang dan saat terendah pada saat air surut. Berikut adalah grafik pasang surut di perairan Jailolo:



Gambar 4.3. Gambar grafik pasang-surut perairan Jailolo

Diketahui pasang surut dalam kurun waktu 29 hari, yakni pada tanggal 01-29 Mei 2013 memiliki tipe *mixed-mainly semidiurnal* yang diketahui dari komponen pasang surut pada tabel 4.1 dengan menggunakan rumus Formzahl (F), dan memiliki nilai MSL 0,901 meter sedangkan nilai LLWL 0,174 meter dan nilai HHWL 1,628 meter.

Tabel 4.1. Tabel komponen pasang-surut perairan Jailolo

Baris ke		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
17	A (m)	0,9014	0,2685	0,1868	0,0376	0,1735	0,0983	0,0007	0,0074
18	G		215,79	0,5856	190,93	130,33	32,963	230,06	142,19

4.2.3. Data Sedimen

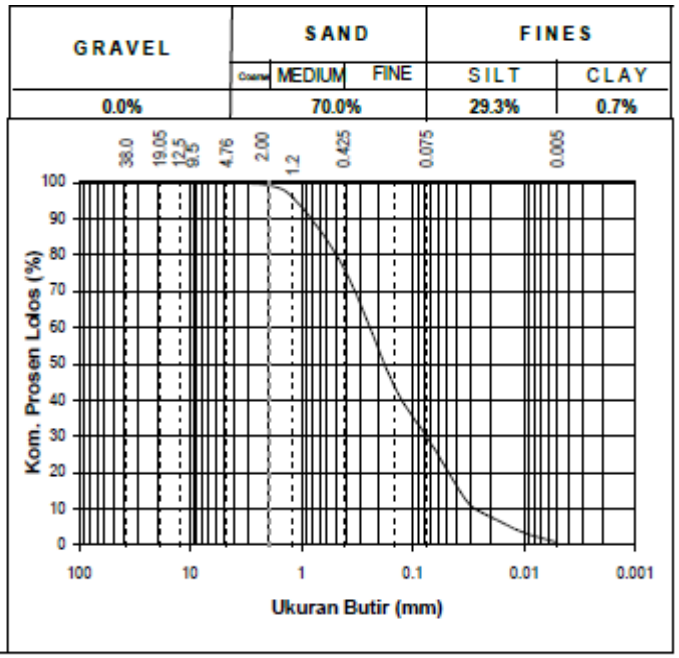
Komposisi sedimen yang terdapat di perairan Jailolo yang dapat dilihat di tabel 4.2 menunjukan bahwa berkarakter *suspended load* dengan komposisi utama di perairan Jailolo terdiri dari pasir, lanau, dan lempung.

Tabel 4.2. Tabel klasifikasi sampel sedimen

No.	Kerikil	Pasir (%)	Lanau (%)	Lempung (%)
1.	0	70	29,3	0,7

DEPTH = 15.00 m
Weight of soil = 500 grm
Weight of Can = 150.5 grm

ϕ (mm)	Weight of Retained (grm)		Σ % Retained	Σ % Passing
50.00	150.5	0	0	100
38.00	150.5	0	0	100
19.05	150.5	0	0	100
9.50	165.1	14.604	4.86803	95.132
4.76	150.5	0	0	100
2.00	153.2	2.6537	0.88458	99.1
1.200	109.7	9.6463	4.1	95.9
0.425	207.9	57.39	23.2298	76.8
0.149	248.3	97.842	55.8439	44.2
0.075	193.0	42.468	70	30.0
0.0513				21.7
0.0316				11.6
0.0191				7.4
0.0105				3.7
0.0050				0.7

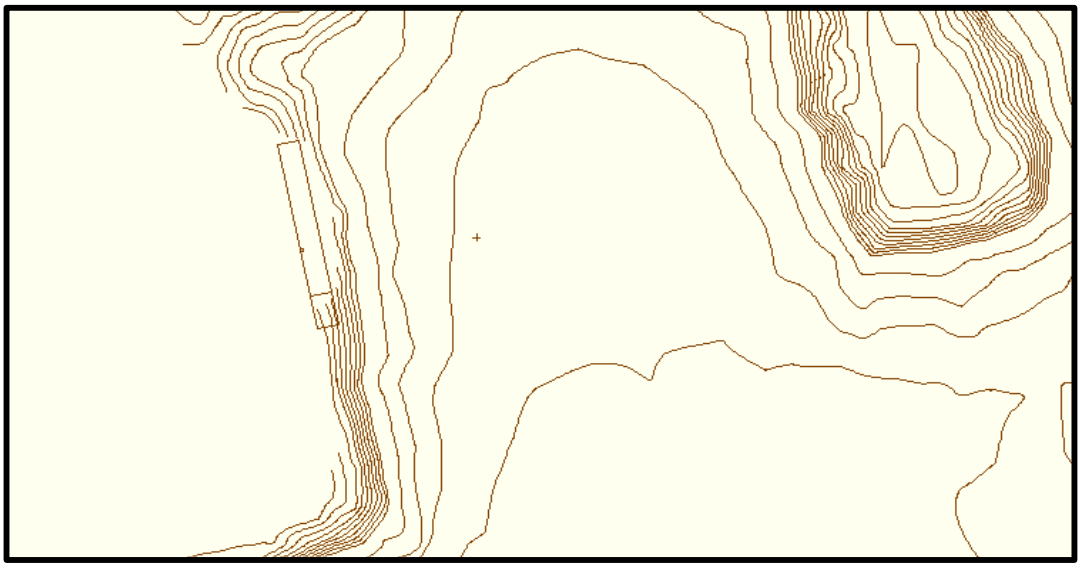


Gambar 4.4. Grafik *grainsize* Jailolo

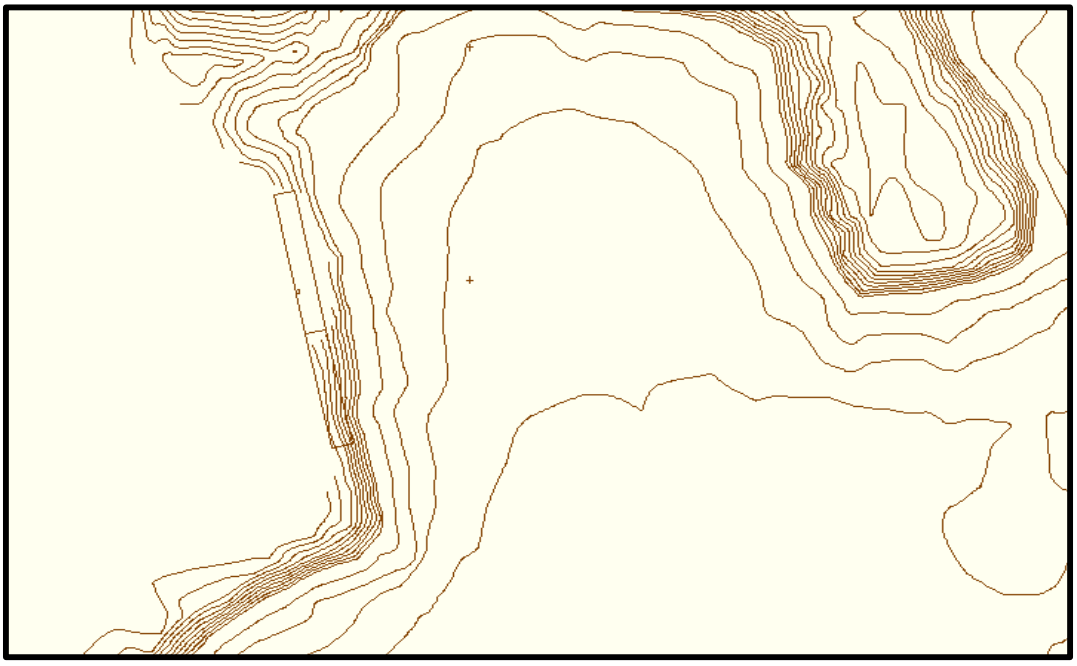
Dari gambar grafik diatas, dapat diketahui hasil pembacaan nilai d50 adalah 0.13 mm.

4.3. *Layout* Alternatif

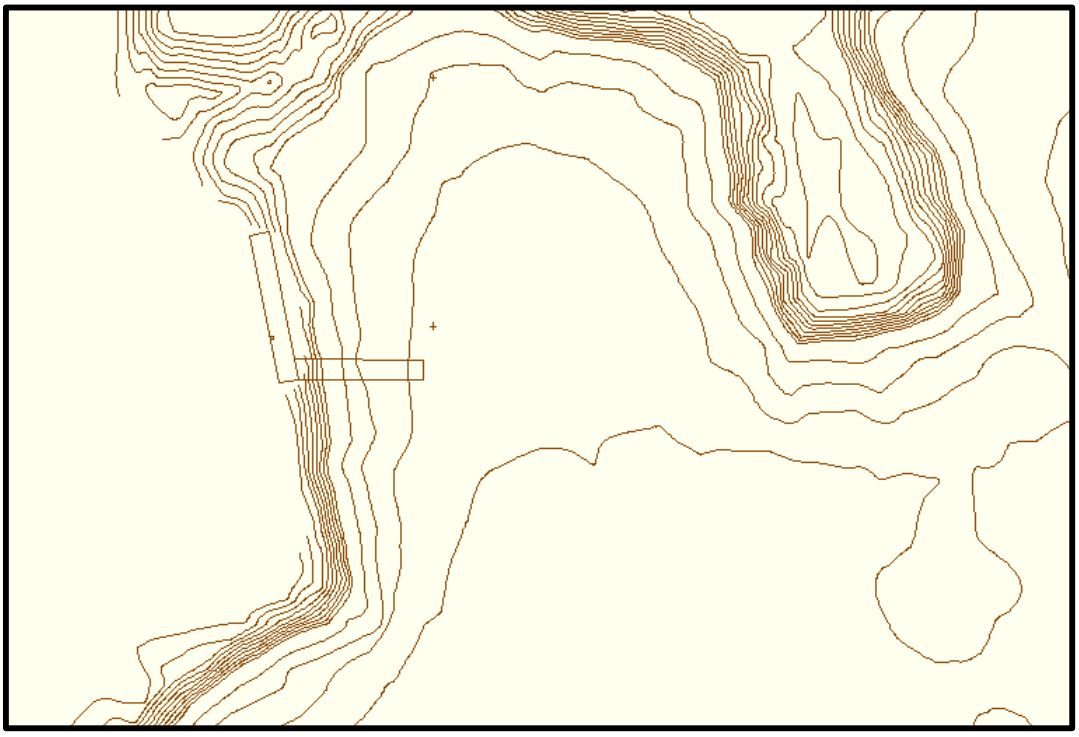
Layout alternatif dermaga dibuat untuk membandingkan pola arus dan laju sedimentasi yang terjadi pada perairan jailolo. Dalam tugas akhir ini dibuat sebanyak 3 (tiga) *layout* untuk membandingankan hasil permodelan pola arus dan sedimentasi, dimana 1(satu) layout adalah layout eksisting dari dermaga Jailolo.



Gambar 4.5. *Layout* eksisting dermaga Jailolo



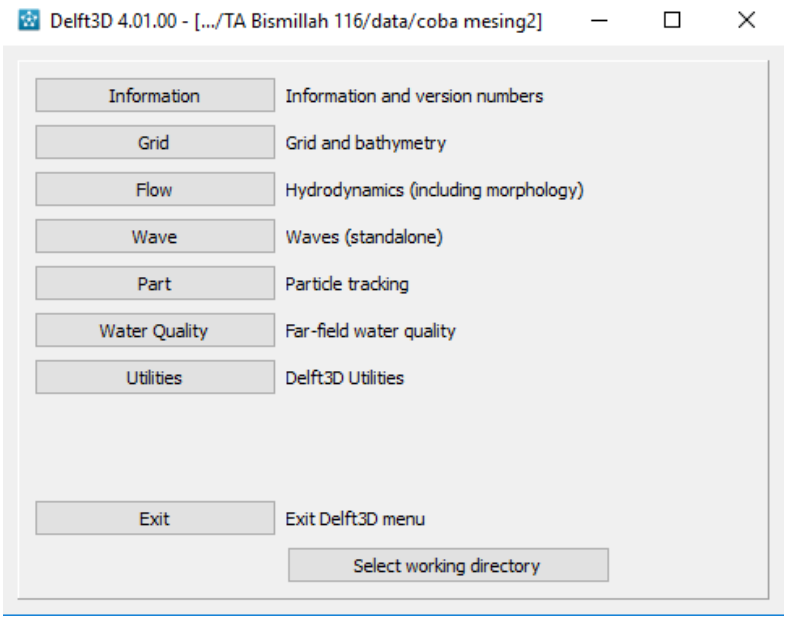
Gambar 4.6. *Layout* alternatif 1 dermaga Jailolo



Gambar 4.7. *Layout* alternatif 2 dermaga Jailolo

4.4. Permodelan DELFT3D

Delft3D merupakan *software* yang dapat membantu menyelesaikan tugas akhir ini, dimana delft3D digunakan untuk memodelkan simulasi pola arus, dan laju sedimentasi yang ada di perairan sekitar dermaga jailolo.

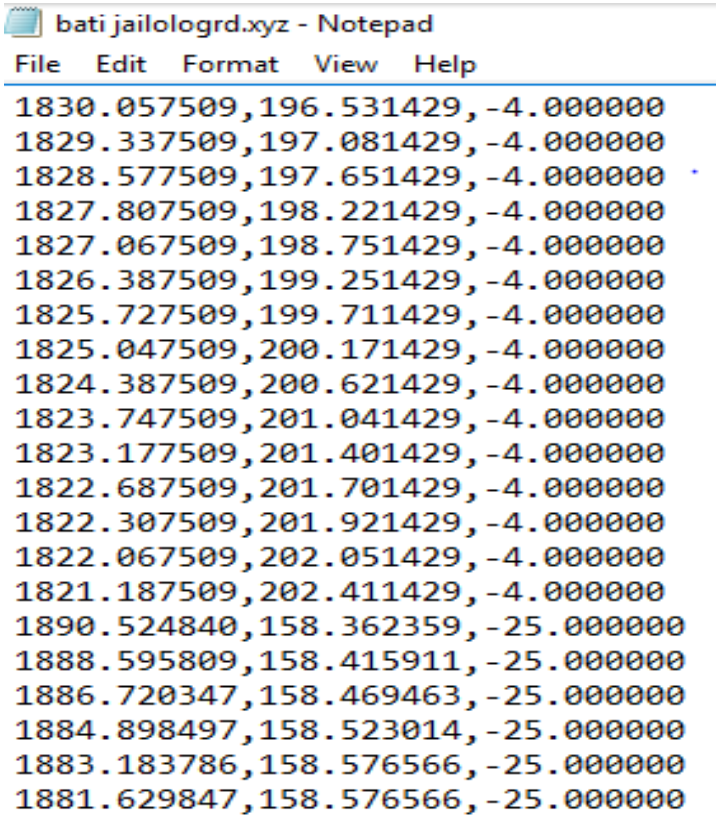


Gambar 4.8. Daftar menu yang ada di software Delft3D

Adapun data atau inputan yang harus dimasukan kedalam *software* delft3D agar nantinya simulasi dapat berjalan sesuai dengan keinginan diantaaranya:

4.4.1. Batimetri

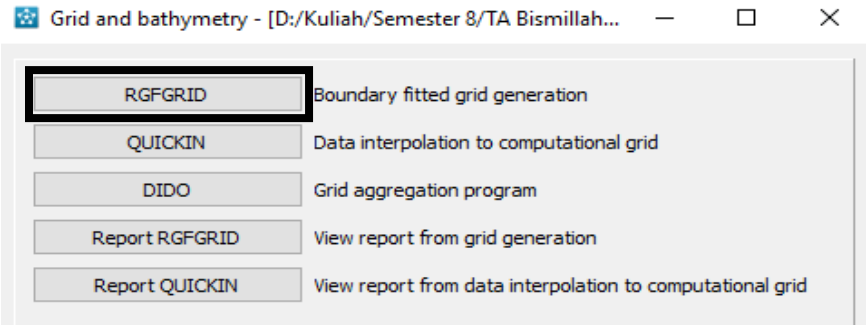
Peta batimetri merupakan data penting yang harus dimasukkan dalam melakukan simulasi, sebelum dimasukkan ke dalam *software* delft3D kita harus memasukkan terlebih dahulu peta batimetri asli kedalam autocad terlebih dahulu, selanjutnya kita plot peta batimetri tersebut dari autocad dengan format .dxf. Setelah kita dapatkan peta batimetri dengan format .dxf selanjutnya kita juga harus merubah format .dxf tersebut menjadi .dxf dengan bantuan software Dxf2xy untuk format .xyz. Format .xyz berguna agar elevasi kedalam dari kontur batimetri dapat terlihat.



Gambar 4.9. File batimetri format .XYZ

4.4.2. Delft3D – *RFGRID*

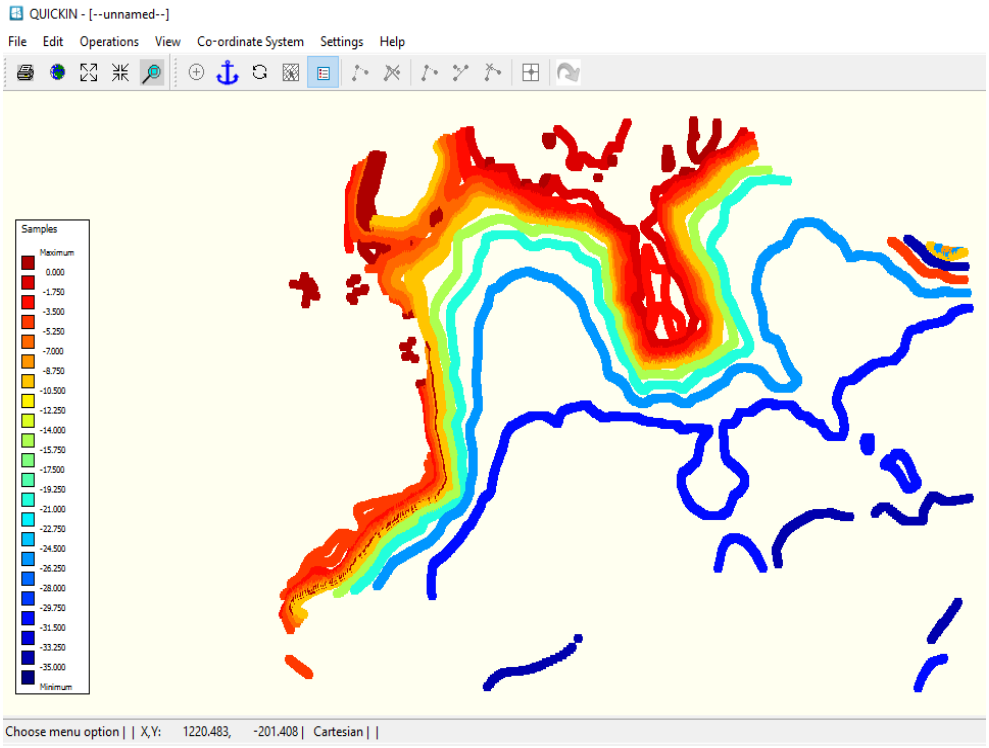
Menu didalam delft3D yang bernama RFGRID berfungsi sebagai pembantu pembuatan model meshing.



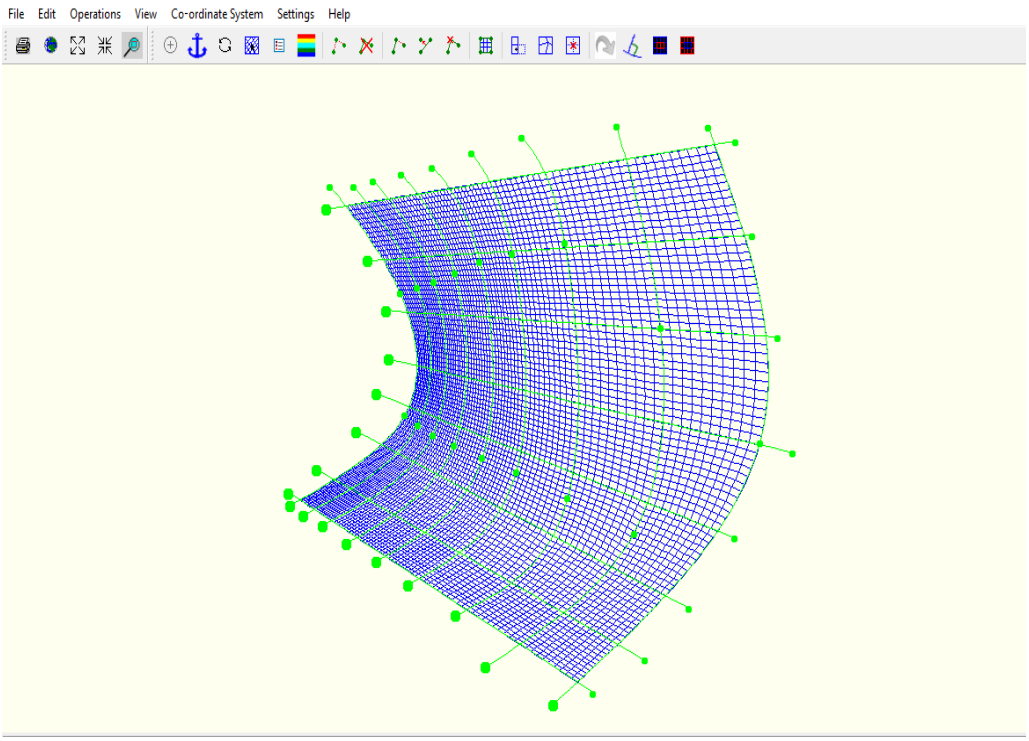
Gambar 4.10. Menu RFGRID

Meshing merupakan pembuat batasan pada objek batimetri dalam bentuk grid, format data yang diinputkan pada menu RFGRID adalah file yang

berformat .xyz, dan RFGRID sendiri menghasilkan file output dengan format .grd yang nantinya berguna untuk permodelan selanjutnya.



Gambar 4.11. Hasil *input* file format .XYZ

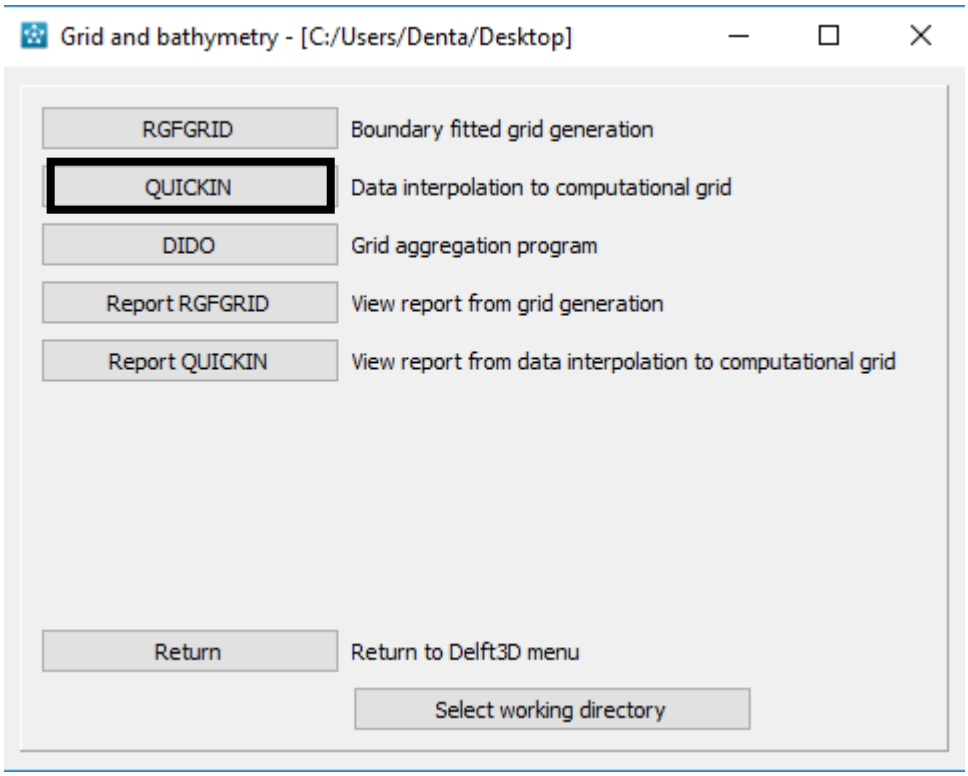


Gambar 4.12. Proses pembuatan *grid*

Setelah *grid* sudah mencakup daerah yang akan dianalisa, maka *grid* di export kedalam format .grd agar dapat diinputkan kedalam menu Delft3D-QUICKIN.

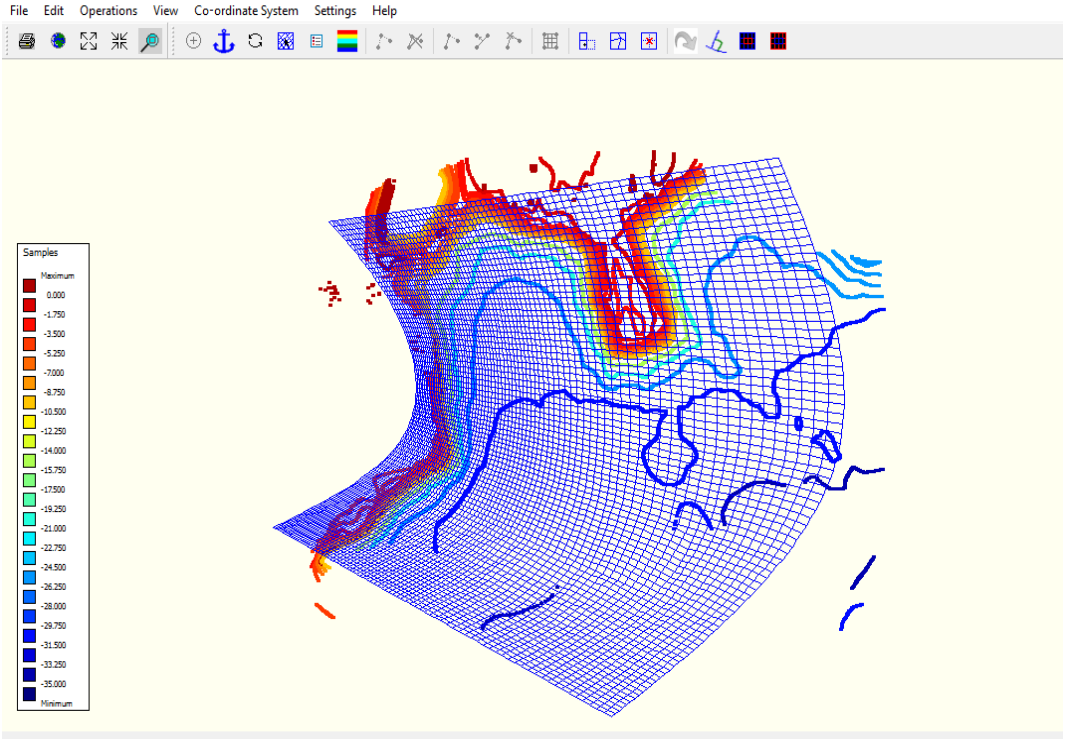
4.4.3. Delft3D – *QUICKIN*

Ketika batasan pada objek batimetri sudah terbentuk yang sebelumnya dibuat pada menu di delft3D yang bernama RFGRID, selanjutnya membuat agar kontur batimetri dapat terlihat elevasi kedalamanya dengan cara masuk kedalam menu di delft3d yang bernama QUICKIN,



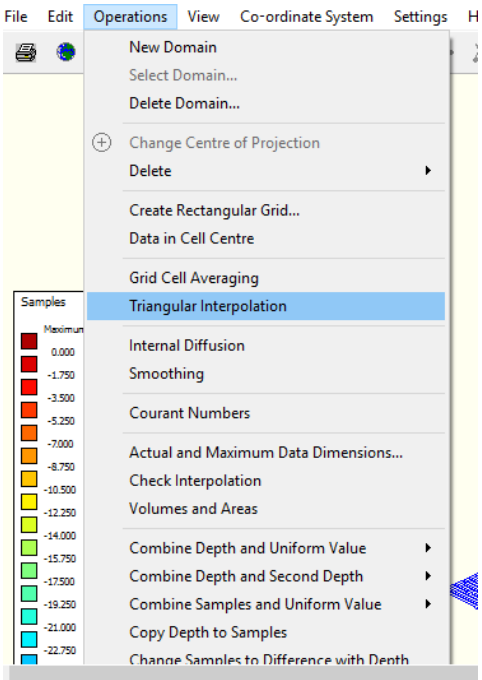
Gambar 4.13. Menu QUICKIN

didalam menu ini kita perlu menginputkan file dengan format .grd dari hasil menu RFGRID. Setelah grid sudah muncul kemudian diinputkan lagi file dengan format .xyz yang berfungsi menunjukan kedalaman pada kontur batimetri.

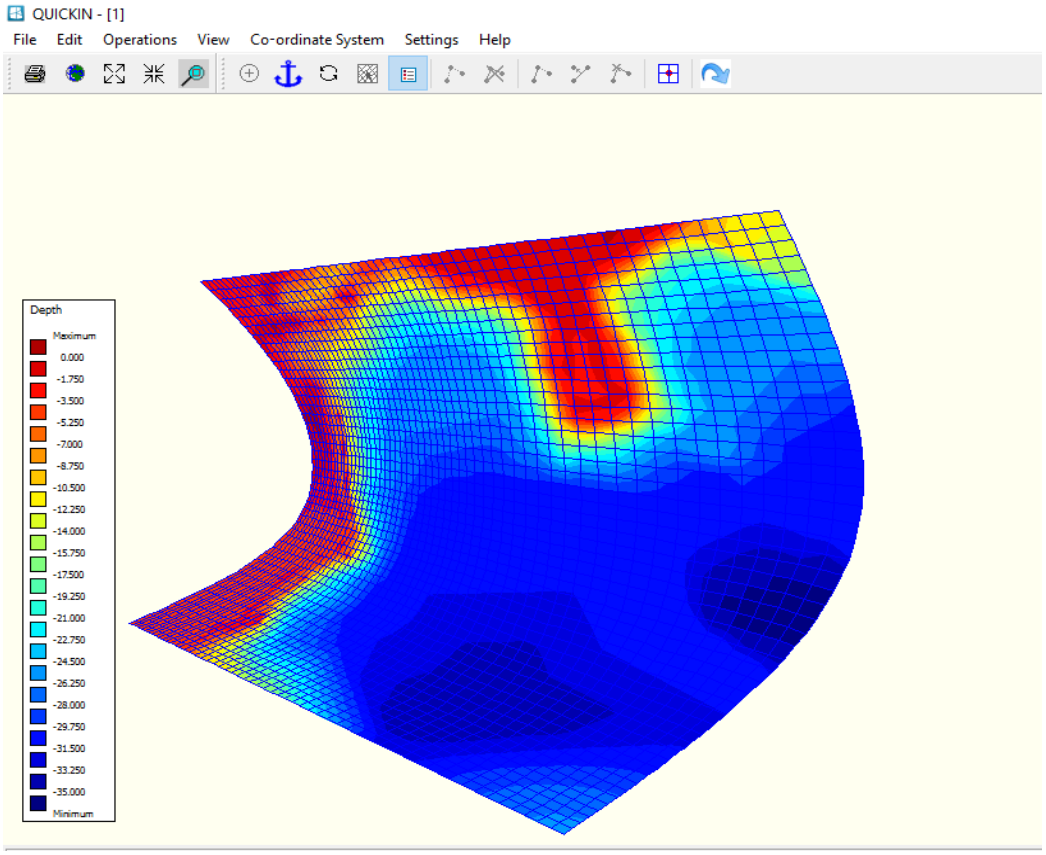


Gambar 4.14. Model grid dan kontur kedalaman

langkah selanjutnya adalah menginterpolasikan *grid* dengan kontur batimetri agar kontur dan *grid* menyatu dan kemudian dapat dilakukan analisa.



Gambar 4.15. Proses interpolasi *grid* dengan kontur kedalaman



Gambar 4.16. Hasil interpolasi kontur kedalaman perairan Jailolo

setelah proses interpolasi berhasil, kita terapkan pada grid-grid yang telah dimodifikasi sehingga terdapat bentuk model dari *layout* eksisting maupun *layout* alternatif dermaga jailolo.

4.4.4. Delf3D – *Flow*

Pada input data pada menu Delft3d-Flow ini ada beberapa parameter yang harus dimasukkan agar dapat melakukan proses simulasi, berikut parameter-parameter yang akan dimasukan pada menu Delft3D-Flow:

4.4.4.1. *Domain*

Domain merupakan area yang akan ditinjau atau disimulasikan berdasarkan model grid dan kedalaman yang telah dibuat sebelumnya. Cakupan wilayah yang akan disimulasikan adalah seluas 1,2 km dari data batimetri. Adapun parameter data grup domain berisikan sub data yang harus di input yaitu:

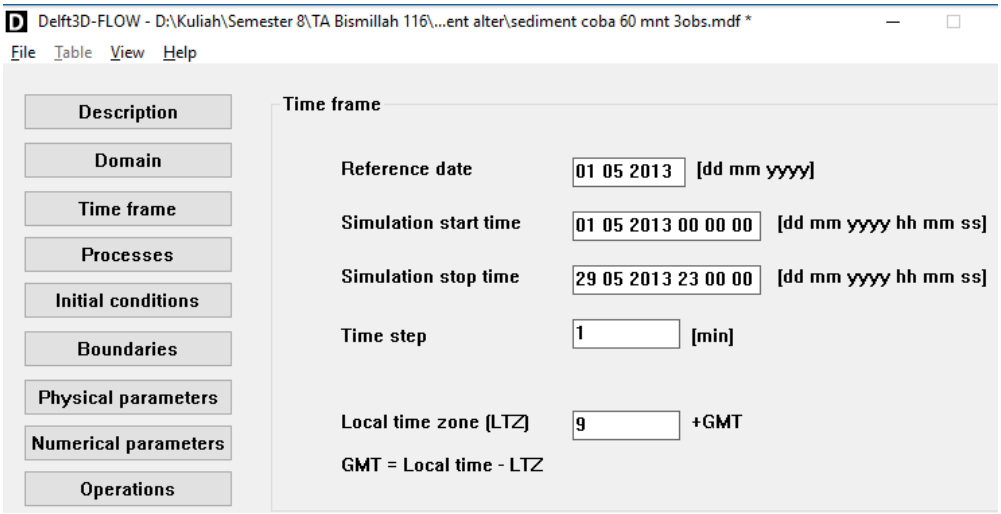
a. *Grid Parameter* adalah data grid yang telah dibuat pada menu sebelumnya.
b. *Bathymetri* adalah data kedalaman kontur laut yang ada, dan telah diinterpolasikan yang juga telah dibuat pada menu sebelumnya

4.4.4.2. *Time Frame*

Time frame merupakan menu yang bertujuan untuk menetapkan berapa lama waktu yang kita inginkan dalam melakukan proses simulasi permodelan, adapun inputan informasi *time frame* adalah sebagai berikut:

a. *References date* adalah inputan dimana tinjauan dari tanggal awal dari data yang kita miliki.
b. *Simulation start time* adalah *input* data berisi tanggal dan waktu dimulainya proses simulasi.
c. *Simulation stop time* adalah *input* data berisi tanggal dan waktu diakhirinya proses simulasi.
d. *Time step* adalah *input* data berisi berapa interval waktu yang ingin kita simulasikan setiap tanggal dan waktu untuk dapat menghasilkan output seperti yang kita inginkan.

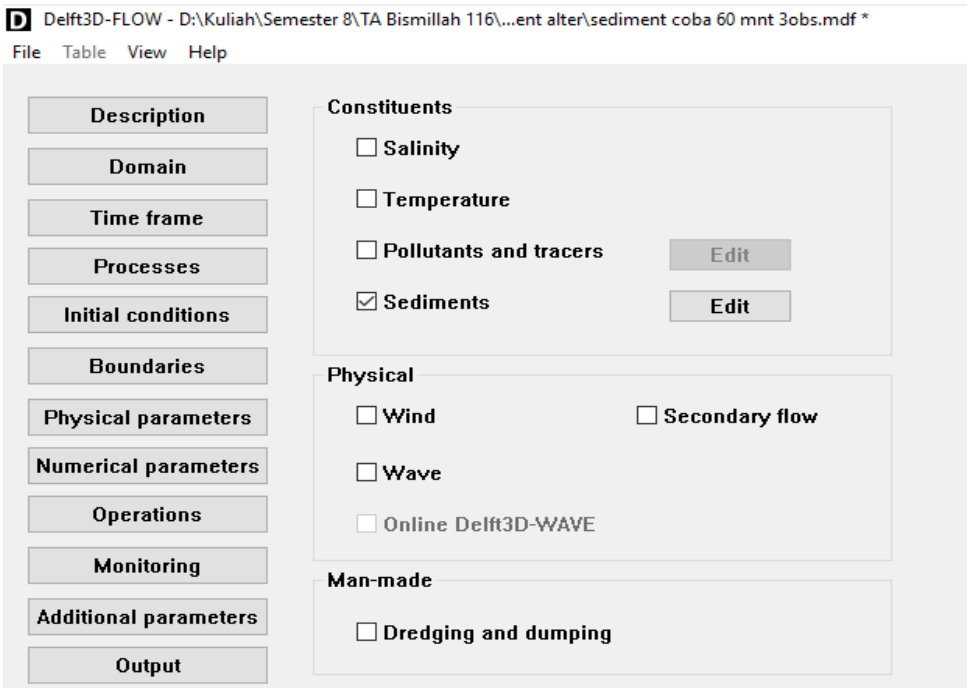
Penulis menginputkan data selama 29 hari, inputan ini didasarkan pada data pasang surut yang dimiliki penulis.



Gambar 4.17. Menu parameter time frame pada delft3d

4.4.4.3. *Processes*

Prcesses merupakan input data yang berisikan proses apa saja yang ingin kita tampilkan pada saat simulasi.



Gambar 4.18. Menu parameter processes pada delft3d

4.4.4.4. *Boundaries*

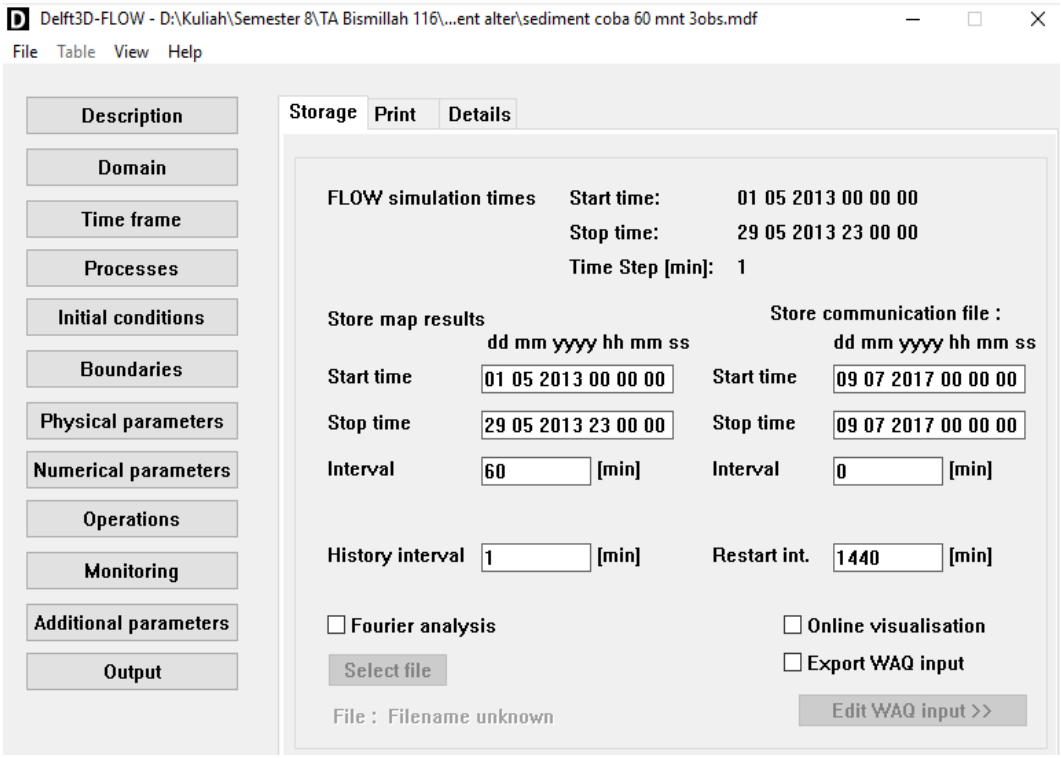
Boundaries merupakan batasan-batasan yang harus dimasukkakn kedalam permodelan yang akan disimulasikan natinya, dan *boundaries* merupakan menu dimana penulis menginputkan data tinggi pasang surut dari data yang diperoleh sebelumnya.

4.4.4.5. *Physical Parameters*

Physical parameters merupakan parameter yang harus diinputkan, karena parameter ini berisi tentang kondisi di area permodelan yang akan kita simulasikan.

4.4.4.6. *Output*

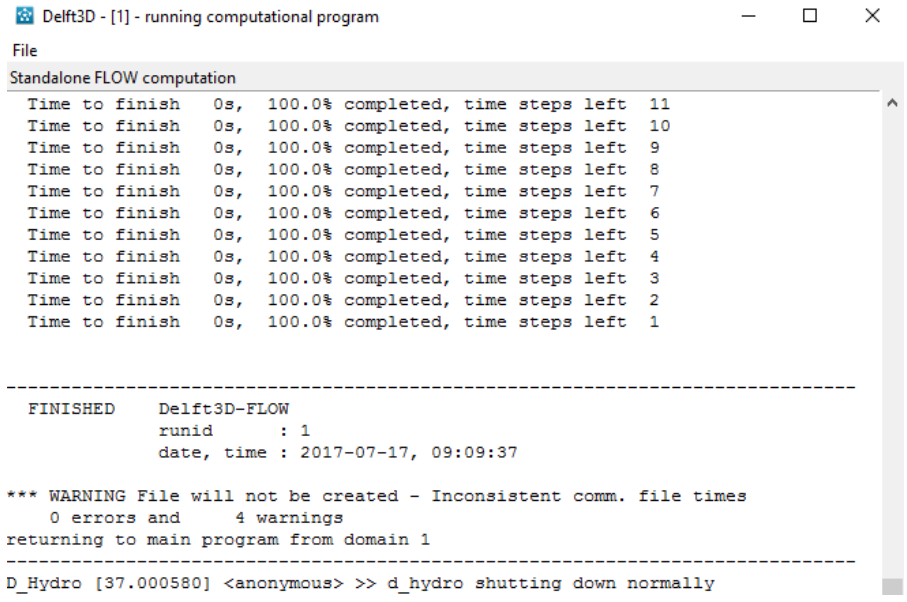
Toolbar output adalah pengaturan dimana kita menginginkan seberapa lama proses simulasi yang kita inginkan dari data yang kita miliki.



Gambar 4.19. Menu output pada delft3D

4.4.4.7. Running

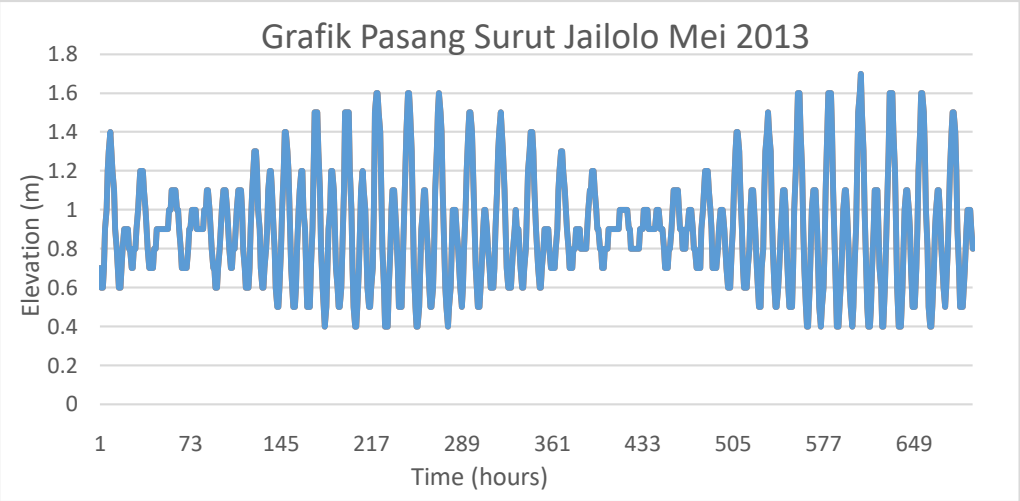
Setelah semua parameter yang telah dibuat dan diinputkan pada menu-menu delft3D sebelumya sudah sesusai, maka selanjutnya dilakukan proses *running*.



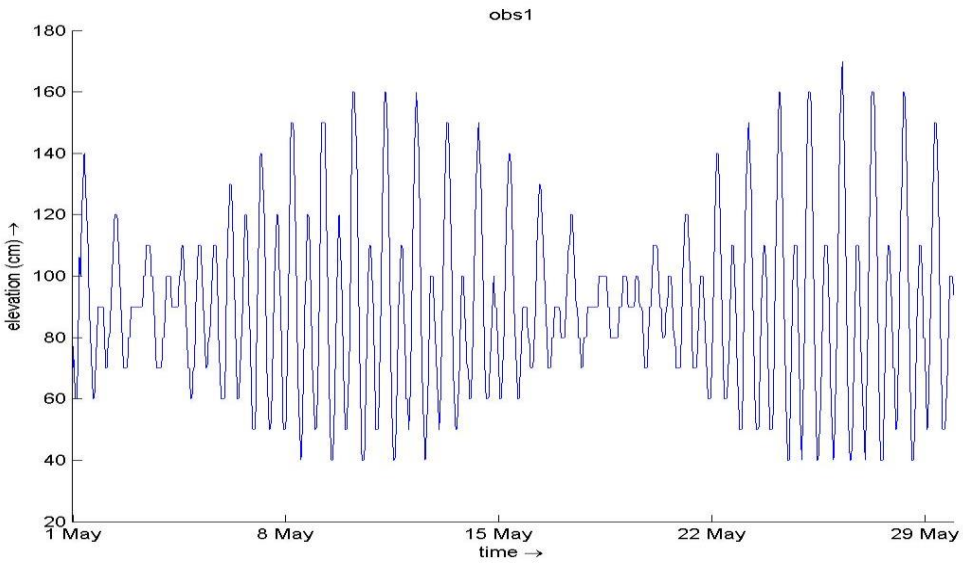
Gambar 4.20. Proses *running*

4.4.5. Validasi

Validasi merupakan tahapan untuk melihat valid tidaknya suatu permodelan dengan data sesungguhnya, namun karena keterbatasan data yang dimiliki penulis, maka dalam tahap validasi ini penulis hanya melakukan validasi terhadap data pasang-surut.



Gambar 4.21. Grafik pengamatan pasang surut Jailolo



Gambar 4.22. Grafik pasang surut out dari delft3D

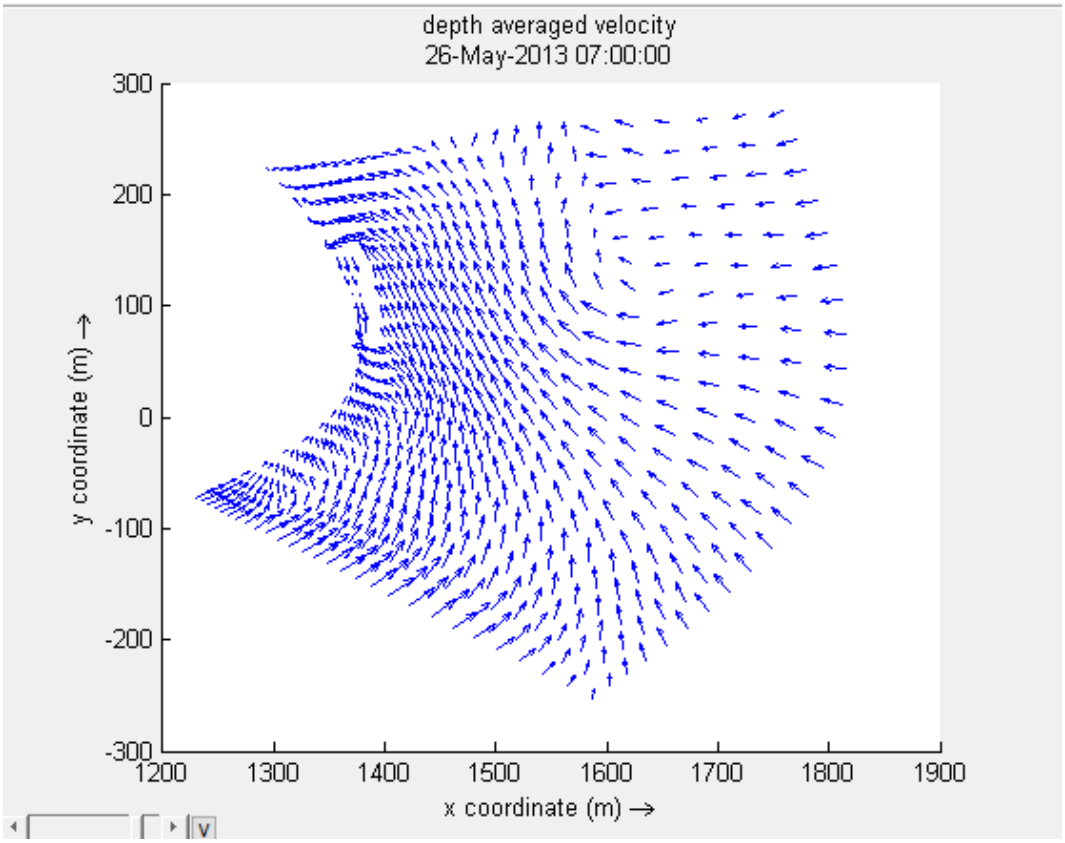
Besar eror pada data pengamatan pasang surut sebenarnya dan data *output* delft3d adalah 0,88.

4.4.6. Hasil Simulasi

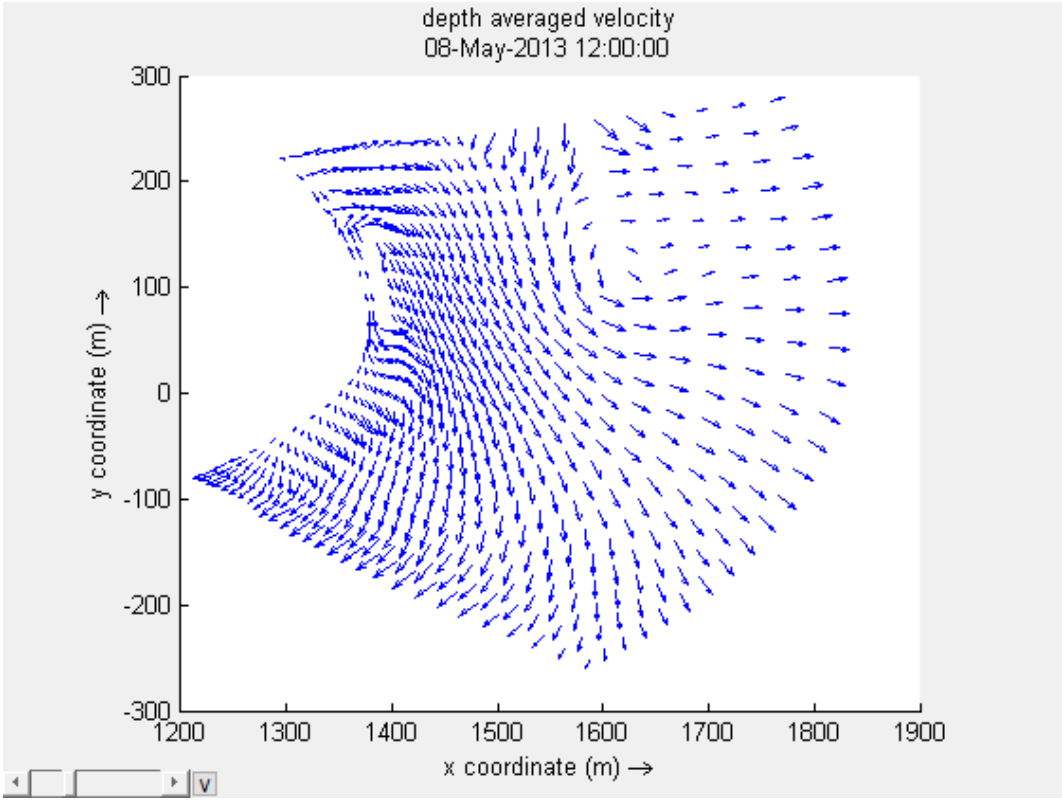
Berdasarkan proses *running*, maka hasil simulasi dapat dilihat pada menu quickplot yang ada pada delft3D, berikut adalah hasil perbandingan pola arus dan laju sedimentasi l*ayout* eksisting dan layout alternatif.

4.4.6.1. Analisis Perbandingan Pola Arus

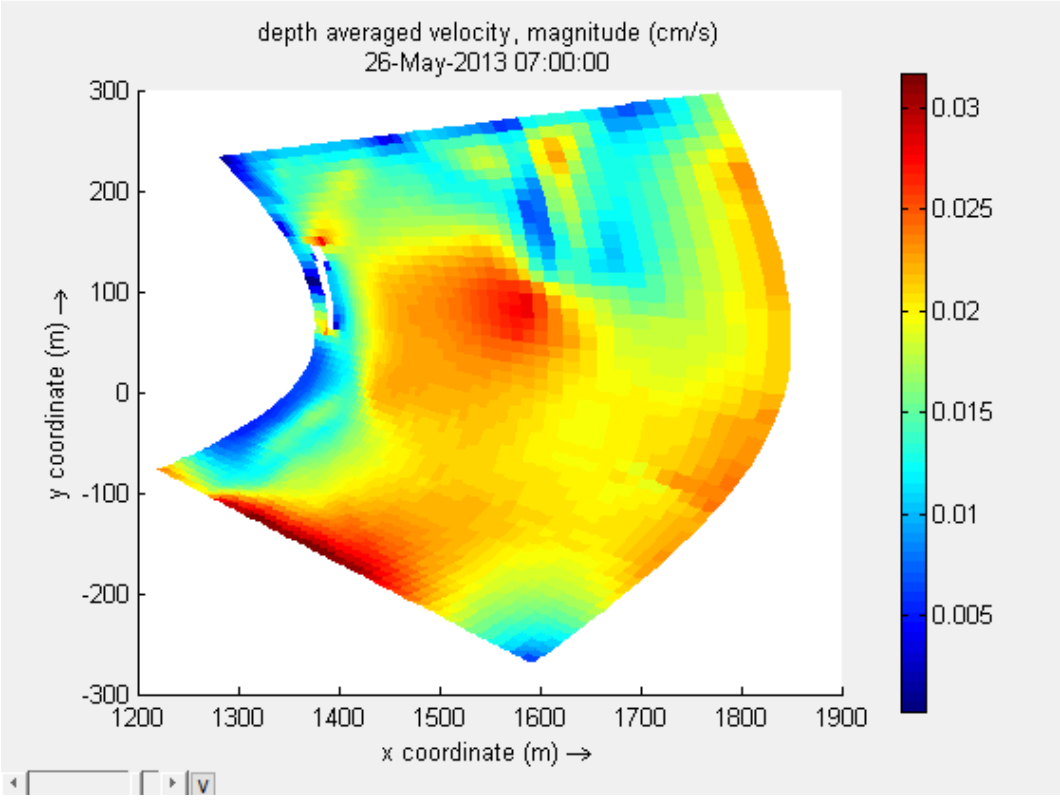
a. Kondisi pola arus *layout* dermaga eksisting saat muka air pasang tertinggi dapat dilihat pada gambar 4.23 dan surut terendah dapat dilihat pada gambar 4.24 dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,0304 cm/s.



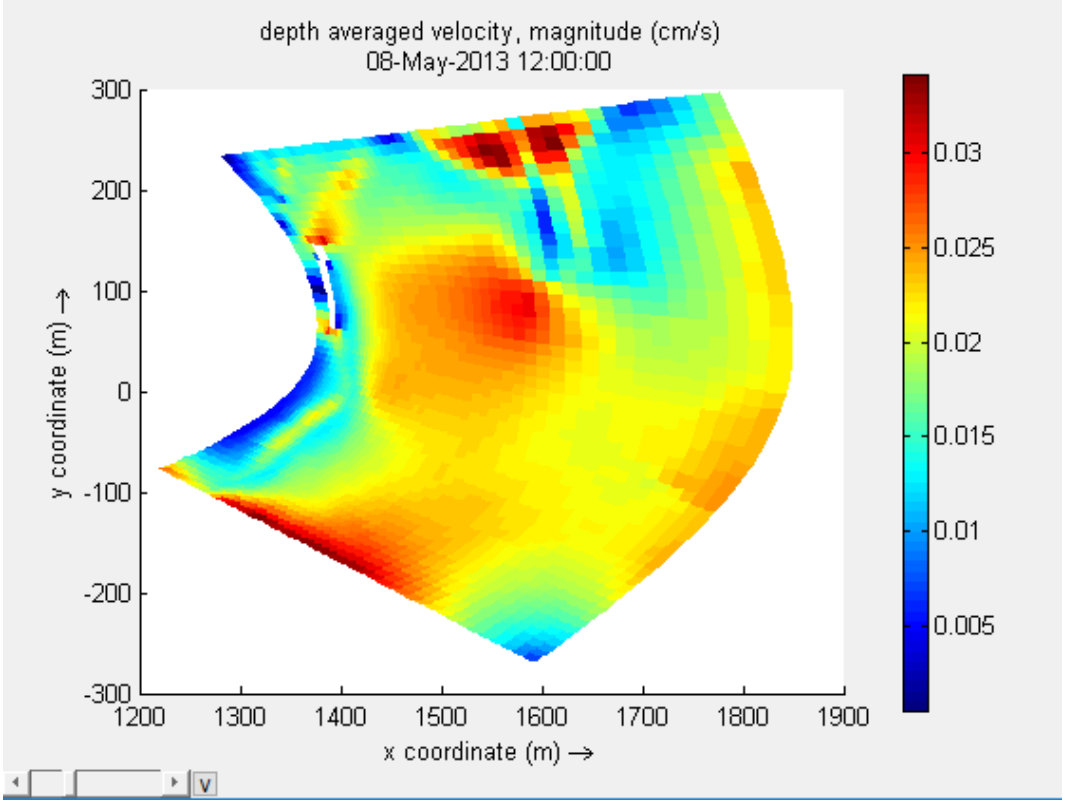
Gambar 4.23. Pola arus pasang tertinggi *layout* dermaga eksisting



Gambar 4.24. Pola arus surut terendah, *layout* dermaga eksisting

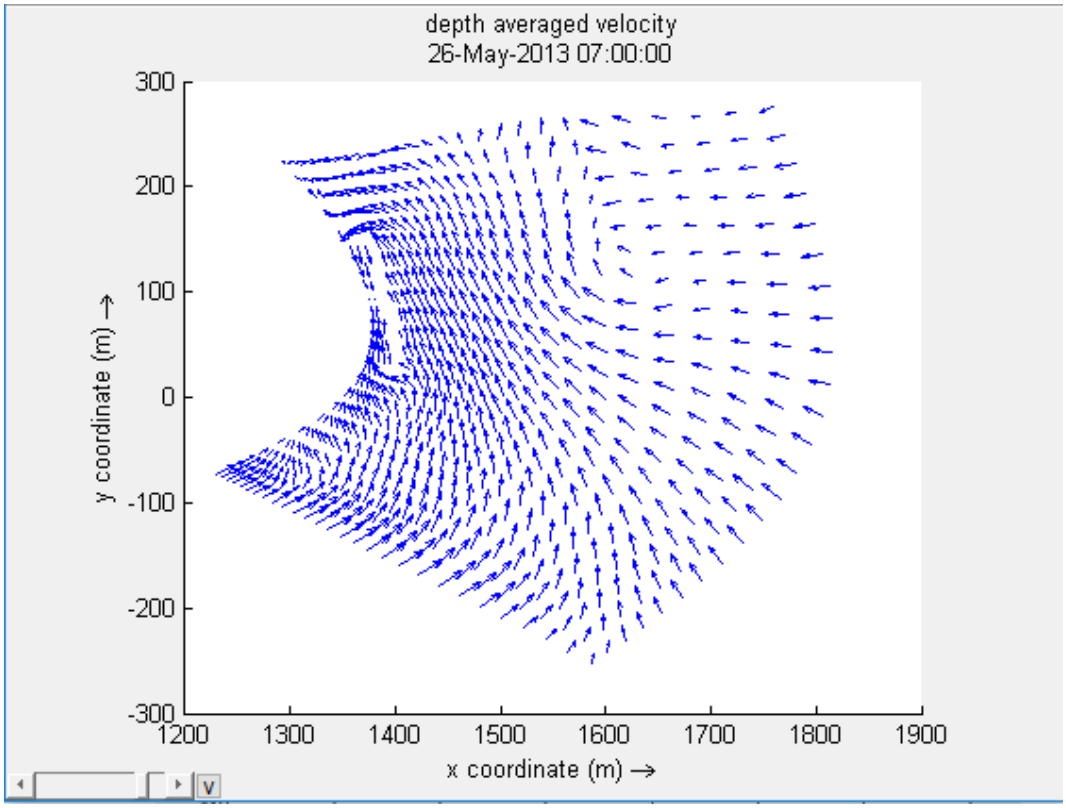


Gambar 4.25. Kecepatan arus pasang tertinggi, *layout* dermaga eksisting

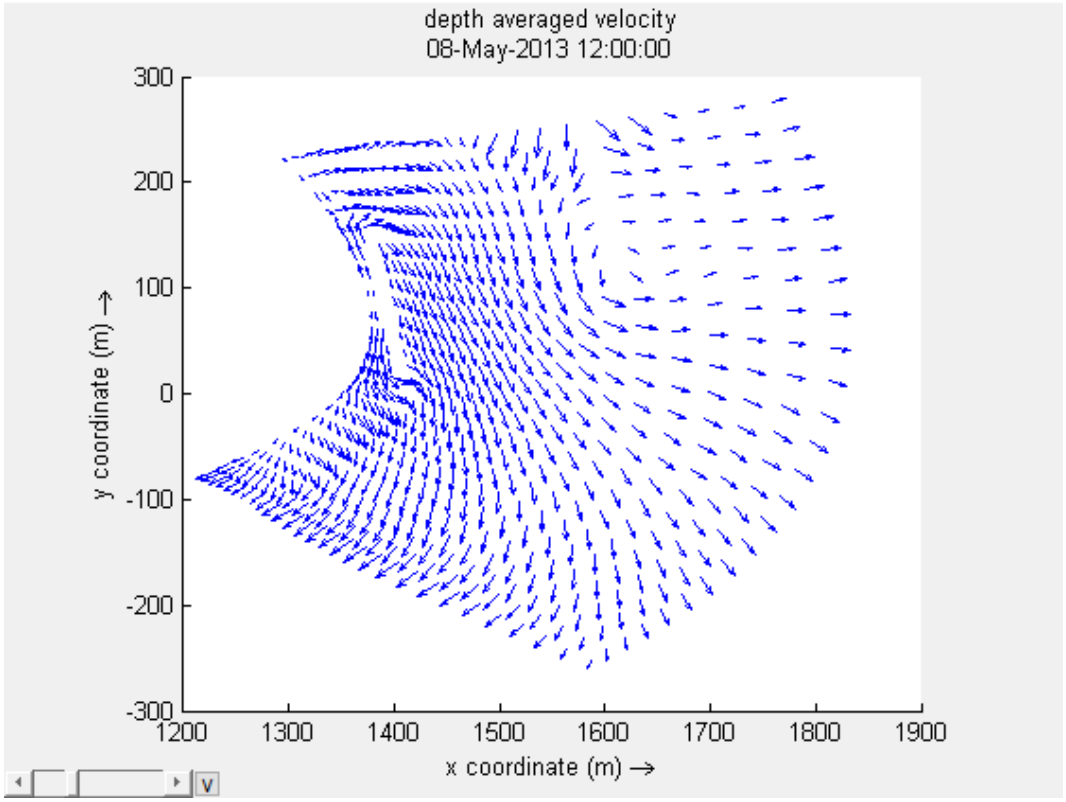


Gambar 4.26. Kecepatan arus surut terendah, layout dermaga eksisting

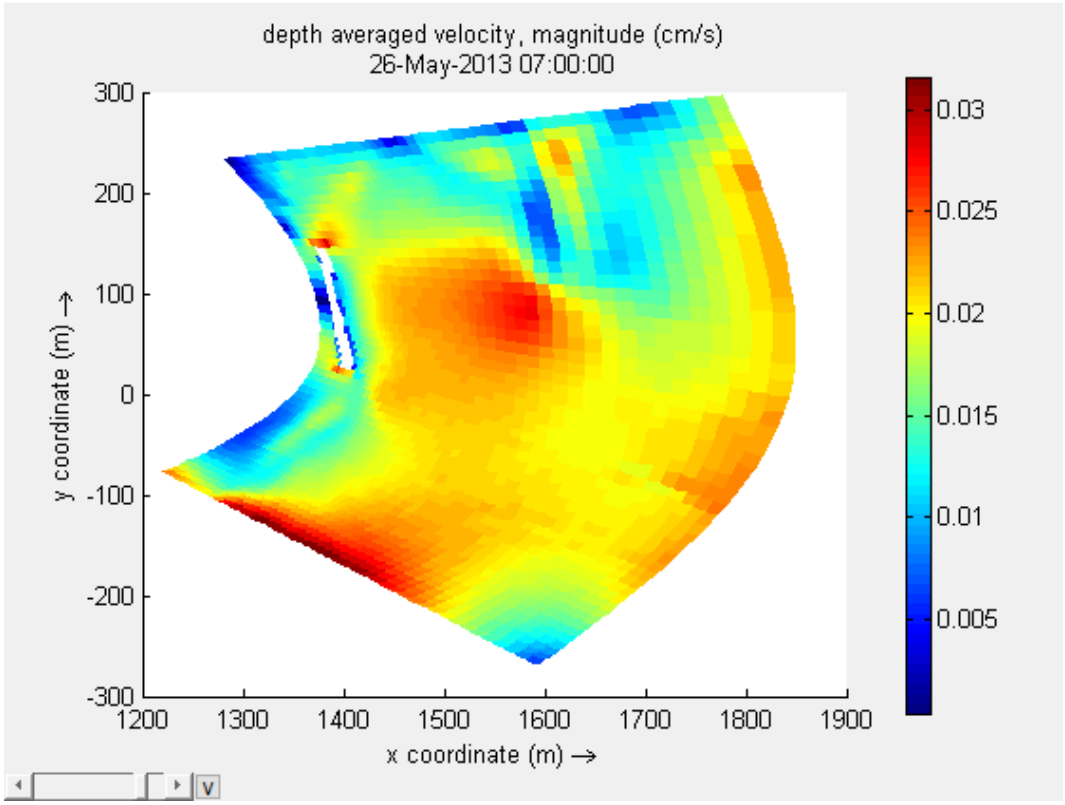
b. Kondisi pola arus *layout* dermaga alternaif 1 saat muka air pasang tertinggi dapat dilihat pada gambar 4.27 dan surut terendah dapat dilihat pada gambar 4.28 dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,0270 cm/s.



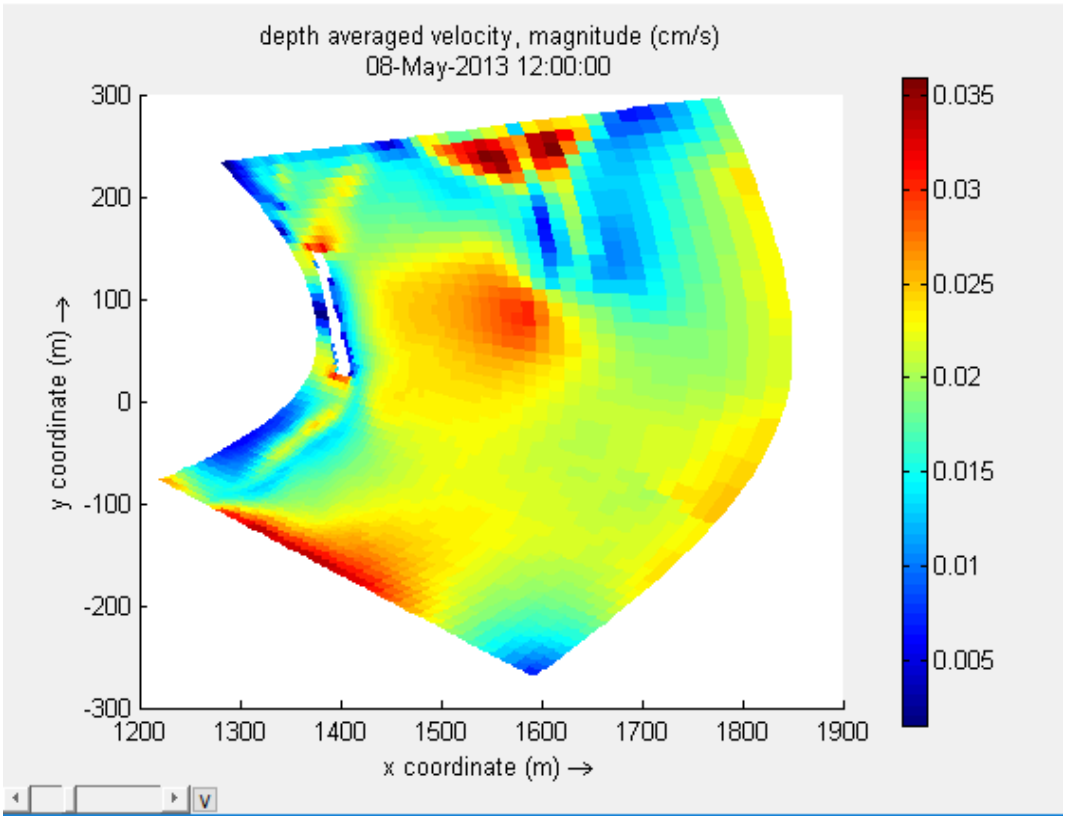
Gambar 4.27. Pola arus pasang tertinggi, layout dermaga alternatif 1



Gambar 4.28. Pola arus surut terendah, layout dermaga alternatif 1

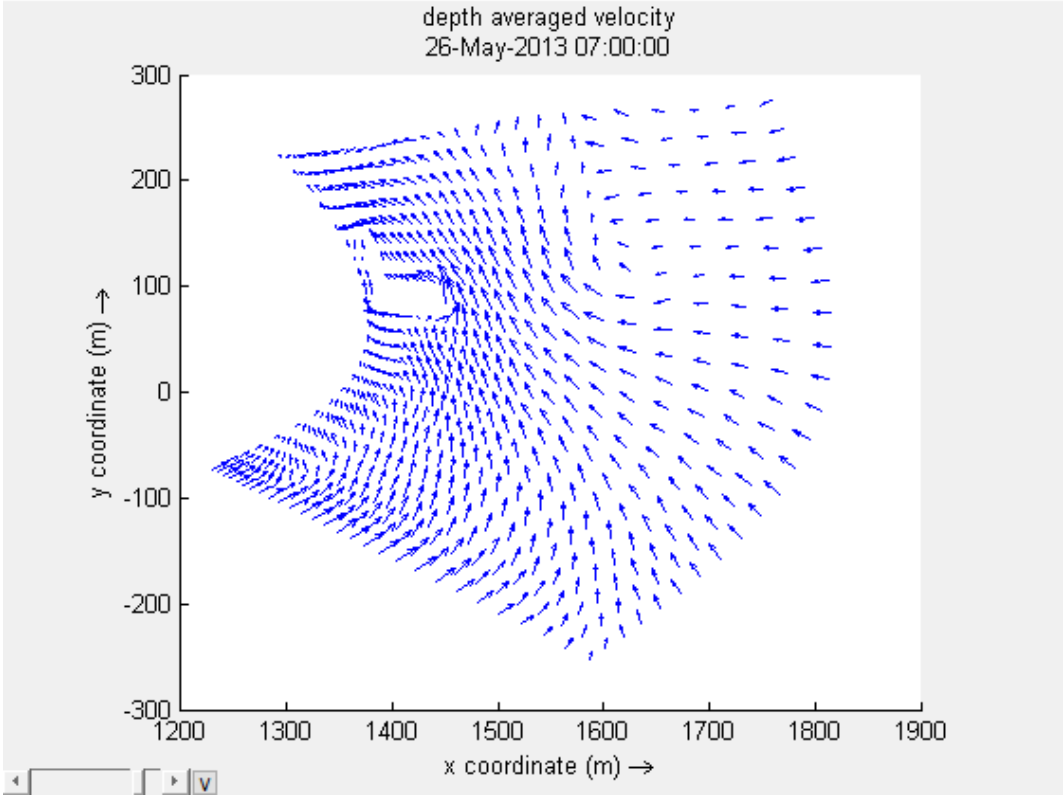


Gambar 4.29. Kecepatan arus pasang tertinggi, layout dermaga alternatif 1

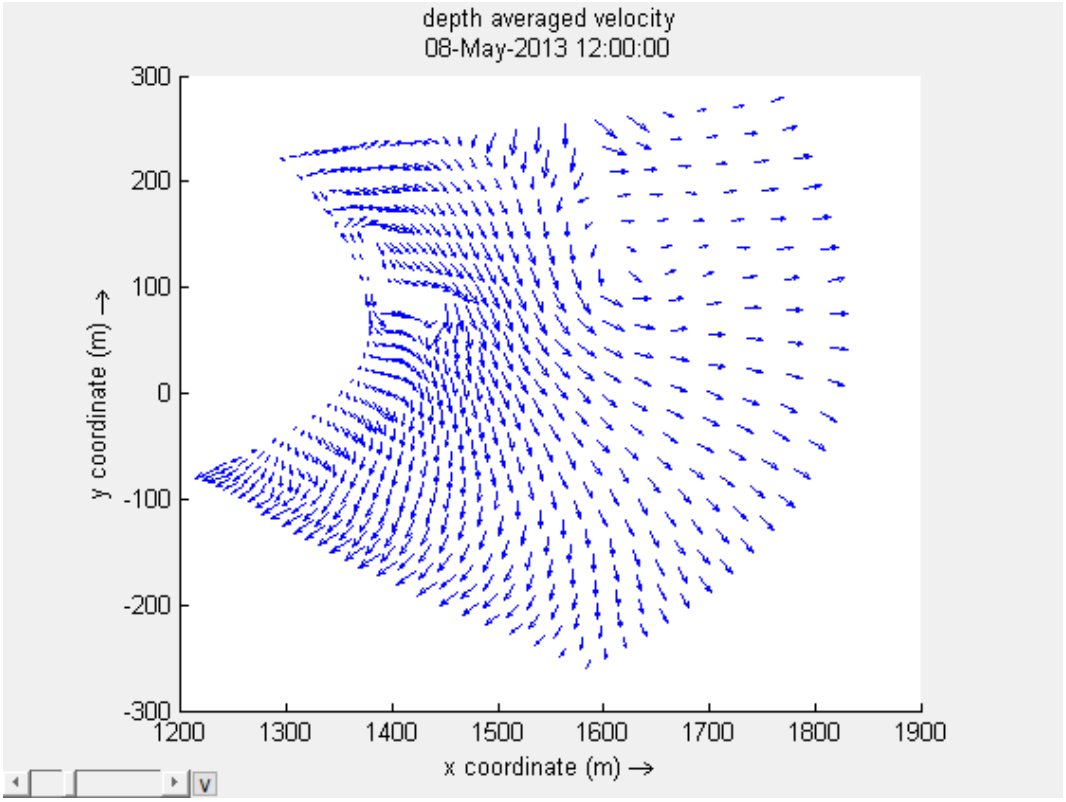


Gambar 4.30. Kecepatan arus surut terendah, layout dermaga alternatif 1

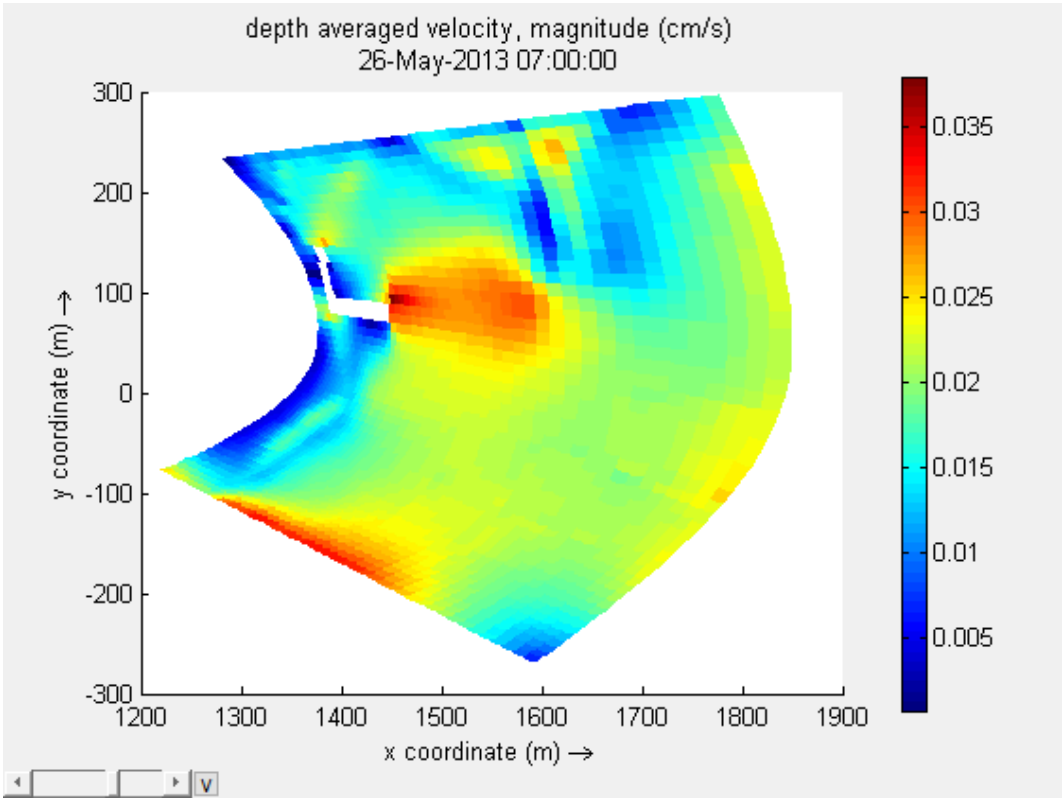
c. Kondisi pola arus *layout* dermaga alternatif 2 saat muka air pasang tertinggi dapat dilihat pada gambar 4.31 dan surut terendah dapat dilihat pada gambar 4.32 dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,0083 cm/s.



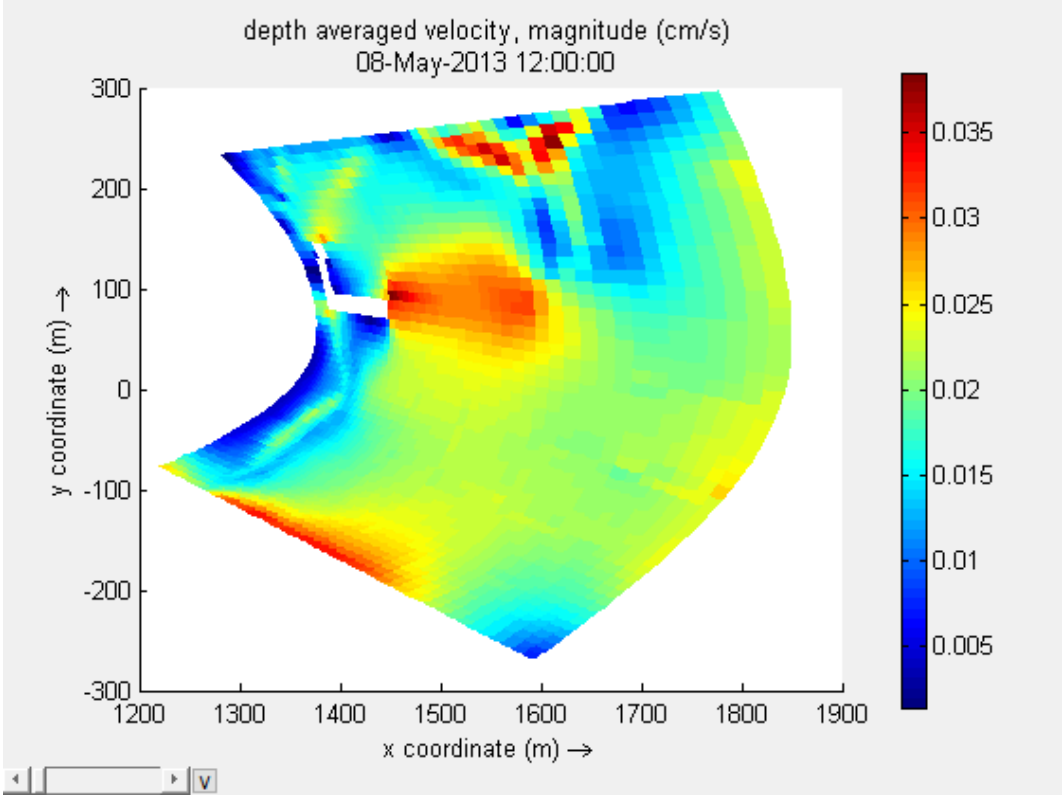
Gambar 4.31. Pola arus pasang tertinggi, *layout* dermaga alternatif 2



Gambar 4.32. Pola arus surut terendah, *layout* dermaga alternatif 2



Gambar 4.33. Kecepatan arus pasang tertinggi, layout dermaga alternatif 2

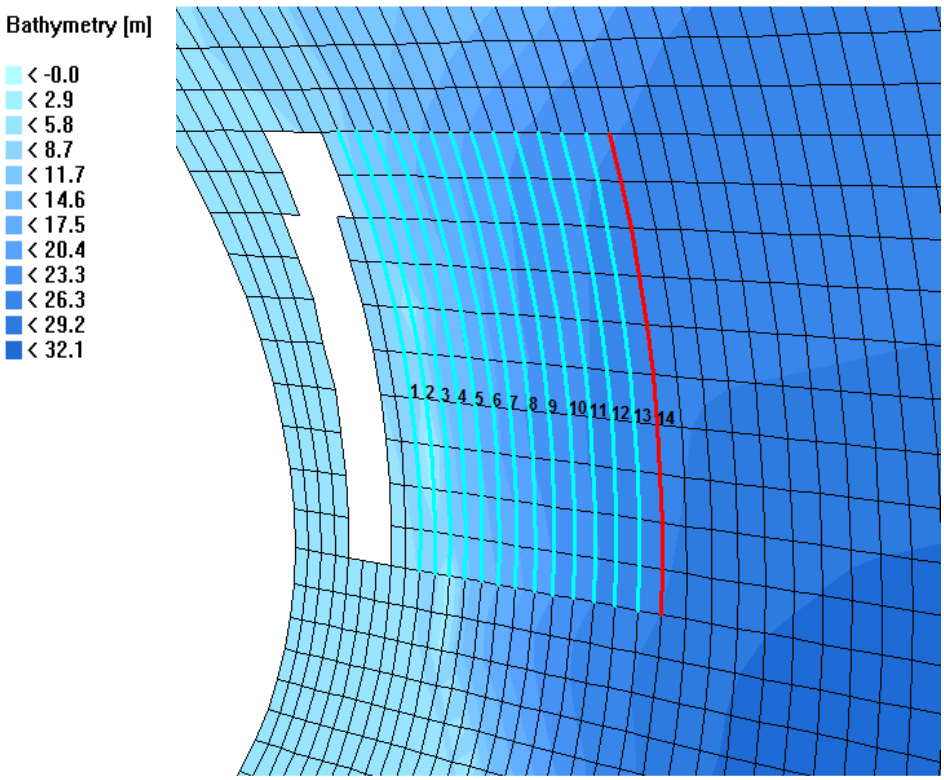


Gambar 4.34. Kecepatan arus surut terendah, layout dermaga alternatif 2

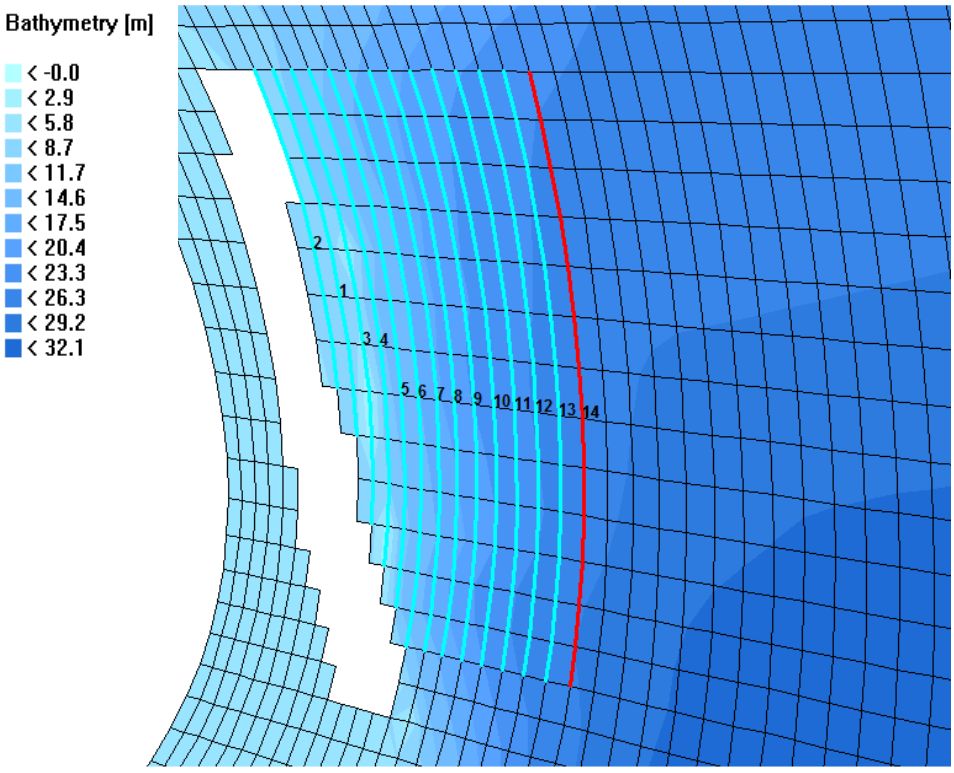
Dari hasil simulasi diatas maka dapat diketahui selisih kecepatan arus pada layout eksisting dan layout alternatif di daerah yang di tinjau adalah sebesar 0,0080 cm/s

4.4.6.2. Analisis Perbandingan Laju Sedimentasi

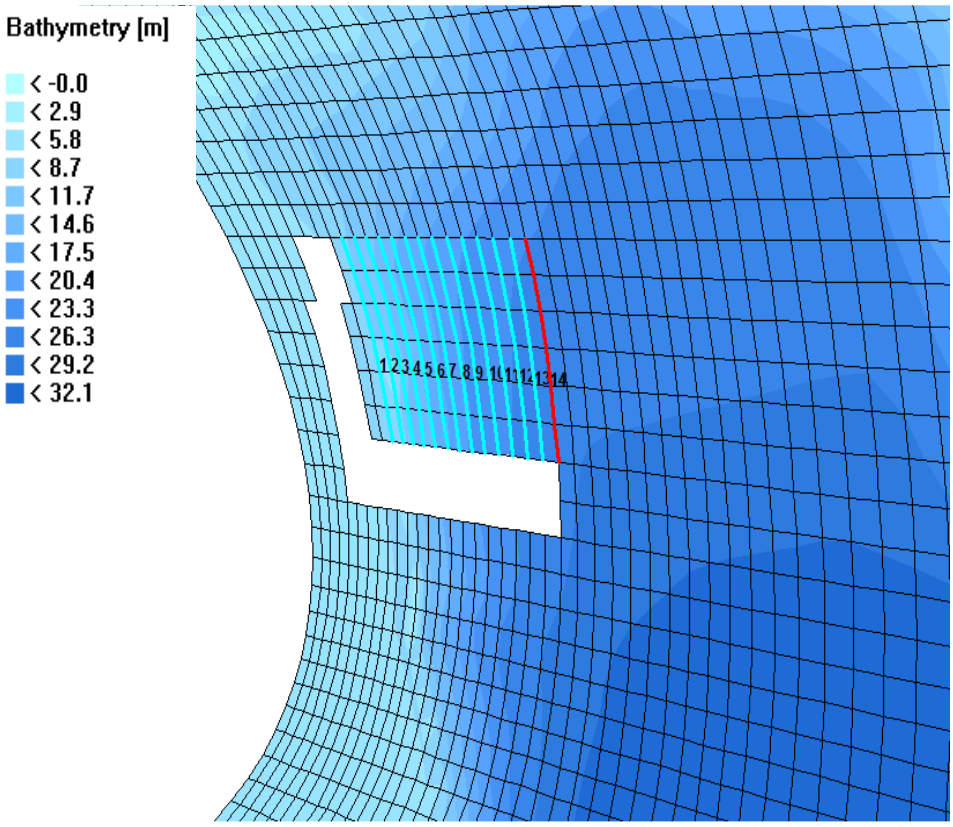
Pada analisis laju sedimentasi, diperlukan pengamatan *cross-section* agar dapat diketahui berapa laju sedimentasi yang terjadi pada daerah yang ingin ditinjau, maka didalam penelitian ini di buat sebanyak 14 pengamatan cross-section dimana *cross-section* tersebut mewakili pengamatan seluas area manuver kapal saat akan memasuki kolam labuh ataupun meninggalkan kolam labuh. Nilai dari hasil pengamatan tiap *cross-section* seluas area manuver kapal akan di rata-rata agar didapat nilai rerata laju sedimen untuk 29 hari watku simulasi.



Gambar 4.35. Letak *cross-section layout* dermaga eksisting



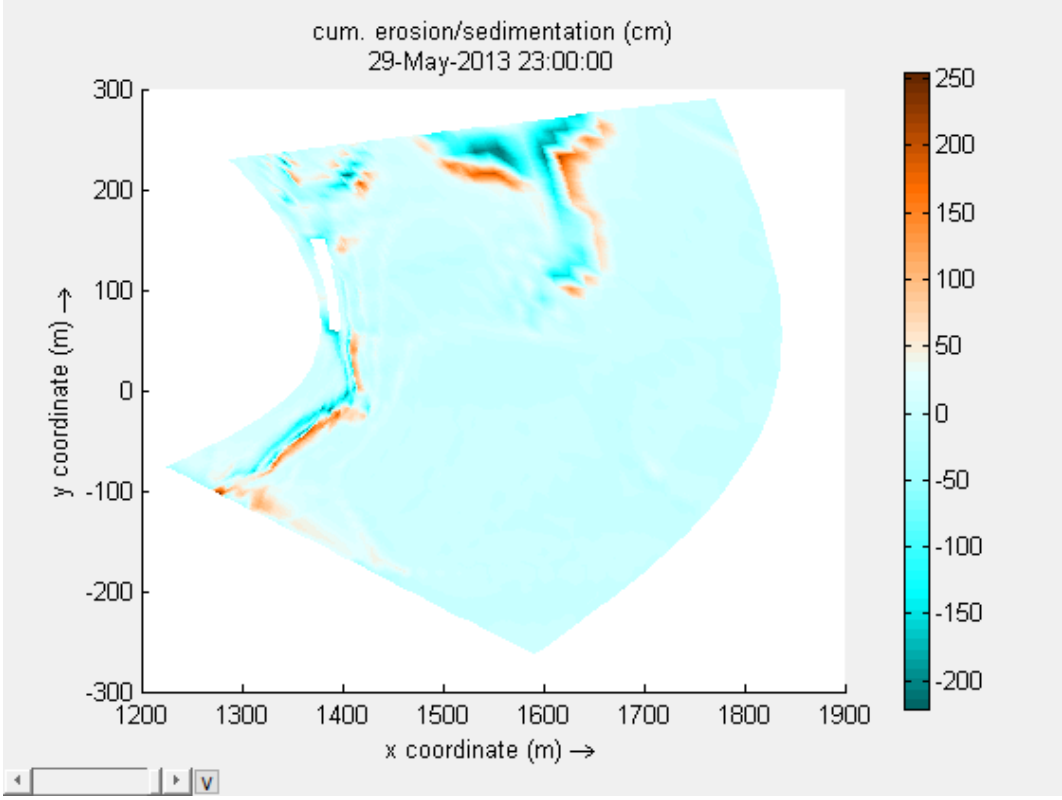
Gambar 4.36. Letak *cross-section layout* dermaga alternatif 1



Gambar 4.37. Letak *cross-section layout* dermaga alternatif 2

Gambar 4.35 menunjukan letak cross-section pada *layout* dermaga eksisting, sedangkan gambar 4.36 menunjukan letak *cross-section* pada layout dermaga alternatif 1 dan gambar 4.37 menunjukan letak *cross-section* pada layout dermaga alternatif 2.

a. Hasil proses simulasi yang didapat pada *layout* dermaga eksisting, laju sedimentasi rata-rata sebesar 0,566 m/tahun, dimana laju sedimentasi tertinggi berada pada *cross-section* 7 dengan nilai 1,845 m/tahun dan laju sedimentasi terendah pada *cross-section* 1 dengan nilai -1,732 m/bulan, dimana nilai minus (-) menunjukan bahwa di *cross-section* tersebut mengalami erosi.



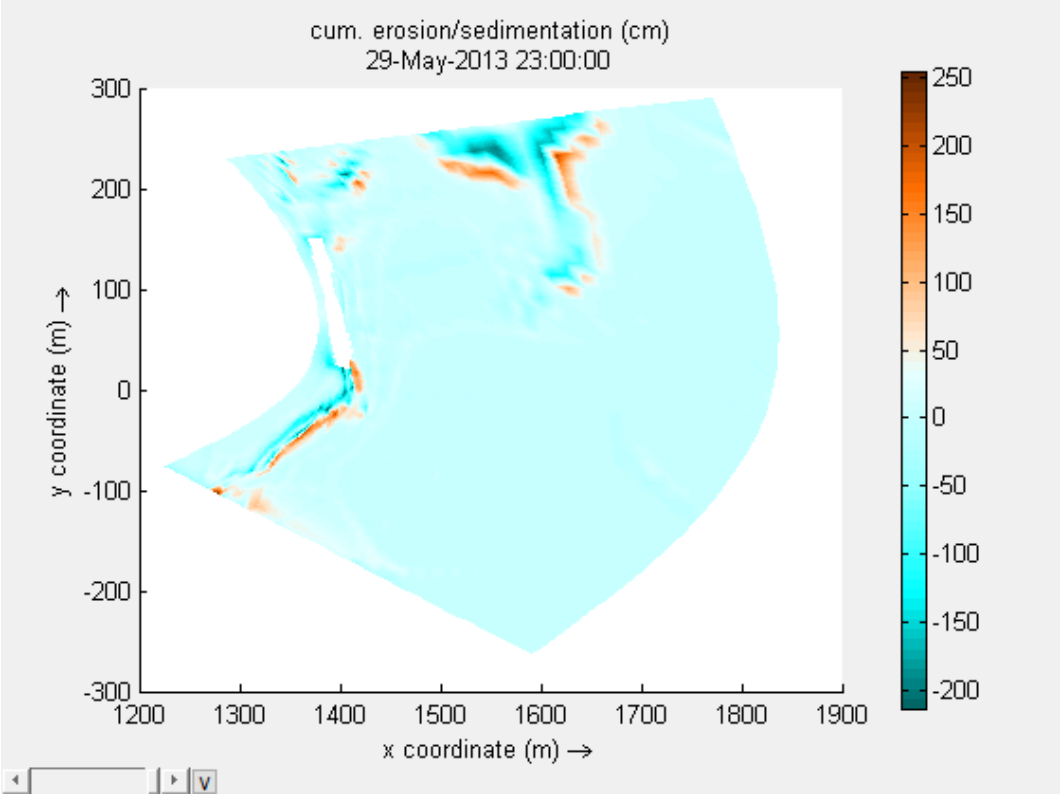
Gambar 4.38. Pola sebaran sedimentasi *layout* dermaga eksisiting

Nilai laju sedimentasi pada tiap-tiap *cross-section* dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Laju sedimentasi *layout* dermaga eksisting

Cross-Section	Laju Sedimentasi Layout eksisting
	meter/tahun
Cross-Section 1	-1.732
Cross-Section 2	1.548
Cross-Section 3	1.300
Cross-Section 4	0.764
Cross-Section 5	-0.001
Cross-Section 6	1.321
Cross-Section 7	1.845
Cross-Section 8	0.320
Cross-Section 9	-0.157
Cross-Section 10	-0.041
Cross-Section 11	0.894
Cross-Section 12	0.894
Cross-Section 13	0.598
Cross-Section 14	0.366
Rata-rata laju sedimentasi=	0.566

b. Hasil proses simulasi yang didapat pada *layout* dermaga alternatif 1, laju sedimentasi rata-rata sebesar 0,480 m/tahun, dimana laju sedimentasi tertinggi berada pada *cross-section* 2 dengan nilai 2,052 m/tahun dan laju sedimentasi terendah pada *cross-section* 1 dengan nilai -2,316 m/bulan, dimana nilai minus (-) menunjukan bahwa di *cross-section* tersebut mengalami erosi.



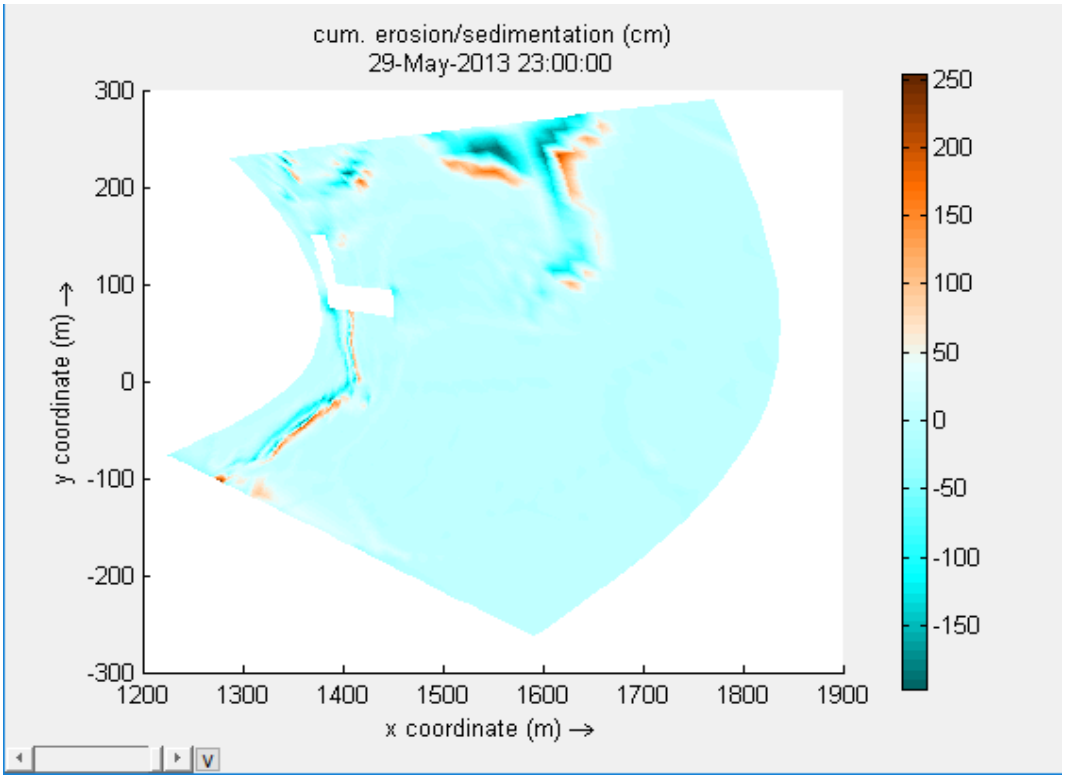
Gambar 4.39. Pola sebaran sedimentasi *layout* dermaga alternatif 1

Nilai laju sedimentasi pada tiap-tiap *cross-section* dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Laju sedimentasi *layout* dermaga alternatif 1

Cross-Section	Laju Sedimentasi Layout alternatif 1
	meter/tahun
Cross-Section 1	-2.316
Cross-Section 2	2.052
Cross-Section 3	0.672
Cross-Section 4	0.372
Cross-Section 5	0.108
Cross-Section 6	0.960
Cross-Section 7	1.464
Cross-Section 8	0.324
Cross-Section 9	0.048
Cross-Section 10	0.624
Cross-Section 11	0.888
Cross-Section 12	0.696
Cross-Section 13	0.480
Cross-Section 14	0.348
Rata-rata laju sedimentasi=	0.480

c. Hasil proses simulasi yang didapat pada *layout* dermaga alternatif 2, laju sedimentasi rata-rata sebesar 0,803 m/tahun, dimana laju sedimentasi tertinggi berada pada *cross-section* 3 dengan nilai 0,189 m/tahun dan laju sedimentasi terendah pada cross-section 14 dengan nilai -0,168 m/bulan, dimana nilai minus (-) menunjukan bahwa di cross-section tersebut mengalami erosi.



Gambar 4.40. Pola sebaran sedimentasi layout dermaga alternatif

Nilai laju sedimentasi pada tiap-tiap *cross-section* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Laju sedimentasi layout dermaga alternatif 2

Cross-Section	Laju Sedimentasi layout alternatif 2
	meter/tahun
Cross-Section 1	0.858
Cross-Section 2	1.652
Cross-Section 3	1.890
Cross-Section 4	1.696
Cross-Section 5	0.497
Cross-Section 6	1.062
Cross-Section 7	1.387
Cross-Section 8	0.499
Cross-Section 9	0.250
Cross-Section 10	0.202
Cross-Section 11	0.734
Cross-Section 12	1.412
Cross-Section 13	0.780
Cross-Section 14	-1.684
Rata-rata laju sedimentasi=	0.803

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari permodelan pola arus dan sedimentasi dengan software delft3D adalah sebagai berikut:

1. Pergerakan arus pada saat pasang tertinggi mengarah mendekati dermaga, pada saat surut terendah menjauhi dermaga.
2. Kecepatan arus rata-rata di area manuver kapal pada *layout* :
   a. dermaga eksisting = 0,0304 cm/s.
   b. dermaga alternatif 1 = 0,0270 cm/s.
   c. dermaga alternatif 2 = 0,0083 cm/s.

d. Rata-rata laju sedimentasi di area manuver kapal pada *layout* :
   a. dermaga eksisting = 0,566 m/tahun.
   b. dermaga alternatif 1 = 0,480 m/tahun.
   c. dermaga alternatif 2 = 0,803 m/tahun.

5.2. Saran

Dari hasi yang sudah didapat, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya juga dihitung volume sedimentasi untuk beberapa waktu kedepan.
2. Sebaiknya validasi tidak hanya pada data pasang surut.

Daftar Pustaka

Achmad, M. 2011. *Buku Ajar Hidrologi Teknik Program Hibah Penulisan Buku Ajar Tahun 2011*. Universitas hassanudin Makassar.

Achmad, Z. 2011. *Analisa Pola Arus dan Laju Sedimentasi Terhadap Perubahan Batimetri di Perairan Teluk Tomini Gorontalo*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Afsal, M. S. 2013. *3D Numerical Modelling of Sediment Transport under Current and Waves*. Thesis. Department of Civil and Transport Engineering. Faculty of Engineering Science and Technology-NTNU. Norway.

Al Hakim, M. H. 2010. *Studi Penanggulangan Sedimentasi di Dermaga Domestik Terminal Petikemas Surabaya*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Arizal. 2011. *Pemodelan Numerik Perubahan Morfologi Dasar Pantai Singkil dengan Menggunakan DELFT3D*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Atikasasari, T. J. 2006. Studi Modifikasi Jetty Sebagai Alternatif Penanganan Sedimentasi di kanal Water Intake PLTU Grati. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Bijker, E.W. 1972. *Lecture Notes for topics in Coastal Engineering*. Delft University of Technologi. Delft.

Bonnefille, R. 1980. *Cours d'Hydraulique Maritime*, Masson, Paris.

Bruun, P. 1978. *Stability of Tidal Inlets – Theory and Engineering*. Elesevier Scientific Publ. co Amsterdam.

CERC. 1984. *Shore Protection Manual*, US Army Coastal Engineering Research Center. Washington.

Dain, R. 2005. *Permodelan Pola Arus dan Sedimentasi di Lokasi Rencana Offshore Terminal Transit Utama (TTU) Pertamina Desa Remen, Kec. Jenu, Kab. Tuban*, Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Damerianne, H. 2013. *Analisa Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake Pltgu Grati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Deltares. 2011. *Users Guide for simulation of Multi-Dimensional Hydrodinamic Flow and Transport Phenomena*. Deltares. Netherland.

Fahmi, M. B. 2015. *Analisa Laju Sedimentasi Akibat Rencana Reklamasi di Teluk Segendis Bontang*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Fredsøe, Jørgen dan Rolf D. 1992. *Mechanics of Coastal Sediment Transport*. Singapore.

Hidayat, A.P. 2006. *Studi Sedimentasi di pelabuhan gresik*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Kramadibrata, S. 2002. Perencanaan Pelabuhan, Bandung.

Maulana, I. 2008. *Analisa Sedimentasi di Dermaga Domestik Terminal Perikemas Surabaya*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Mc Anally, William H, Julia F, Haydel, dan Gaurav S. 2004. *Port Sedimentation Solution for the Tennesse-Tombigbee Watrway in Mississippi.* Mississippi.

Mehta, A. J. 1984. *Caracterization Of Cohesifs Sediment Properties And Tansport Processes iIn Estuaries*. Estuarine cohesive sediment dynamics.

Migniot, C. 1968. *Dinamique Sedimentaire Estuarienne, Materiaux Cohesifs, Et Non Cohesifs*. Oceanics. Vol.6.

Nicholson, J., dan Connor, B.A. 1986. Cohesive Sediment Transport Model. *Journal of Hydarulic Engineering*. Vol. 112.

Pariwono, J.I. 1996. *Oseanografi Fisika dan Dinamika Perairan Pesisir*. Materi Pelatihan Perencanaan dan Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu (ICZPM). PKSPLLP IPB kerjasama dengan Dirjen BANGDA-DEPDAGRI. Bogor.

Prakoso, A. 2015. *Analisa Laju Sedimentasi Pada Alur Pelayaran Timur Pelabuhan Tanjung Priok*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Prayogi, D.R. 2010. *Studi Tingkat Sedimentasi dan Pola Arus di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya Aibat Pengembangan Bunker BBM*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Ronggodigdo, S. 2011. *Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan*. Tugas Akhir. Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Sumatera Utara.

Sleath. 1982. *Sea Bed Mechanics*, John Wiley & Sons, New York.

Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai Edisi Ke Dua,* Yogyakarta.

Wahyuni, N. 2014. *Analisa Laju Volume Sedimentasi Di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Wibowo, A. 2009. *Studi Pola Arus dan Sedimentasi di Sungai Kalimas Surabaya*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Wicaksono, I. 2014. *Prediksi Kecepatan Sedimentasi Waduk Sermo Berdasarkan Data Pengukuran Batimetri Multi Temporal*, Skripsi, Jurusan Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

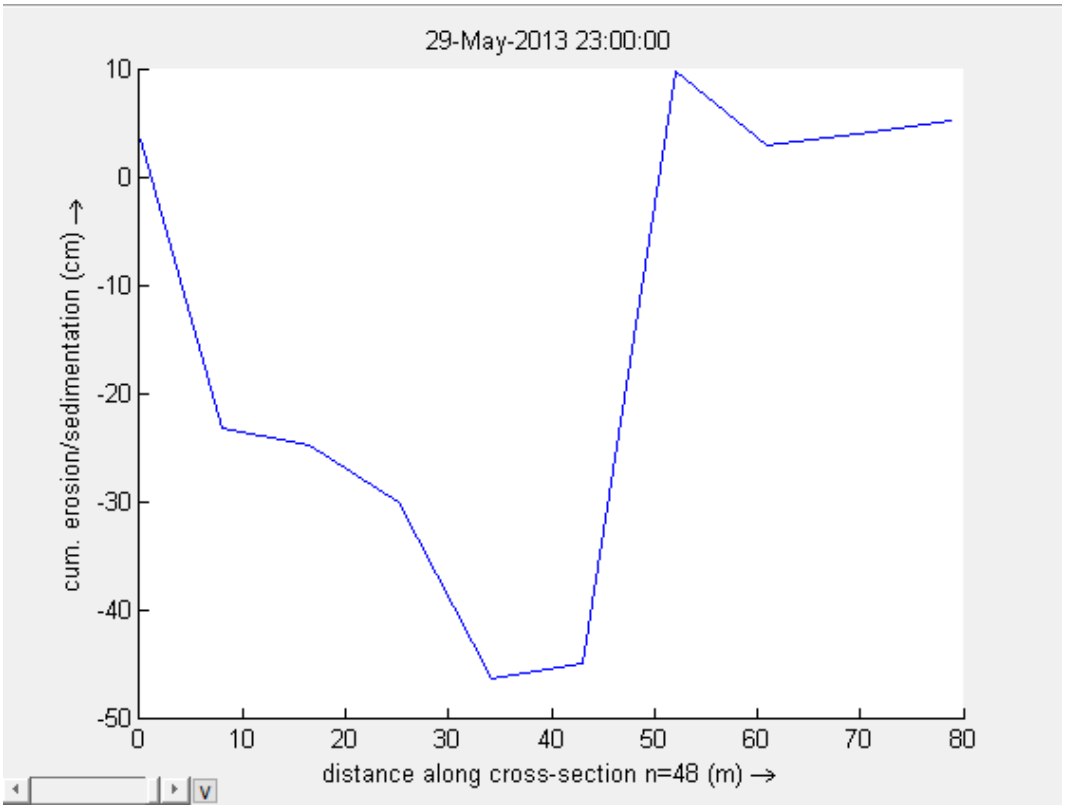
LAMPIRAN

OUTPUT GRAFIK LAJU SEDIMENTASI PER *CROSS-SECTION LAYOUT* DERMAGA

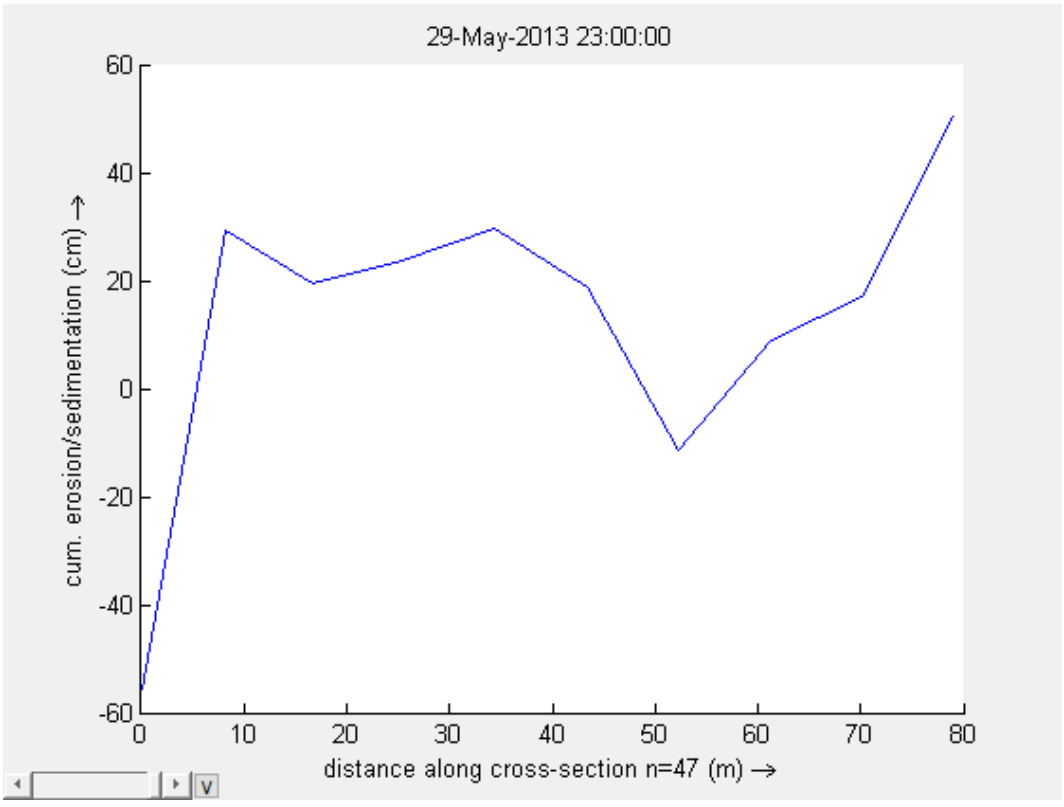
MENGGUNAKAN SOFTWARE DELFT3D

Cross-section Dermaga Eksisting

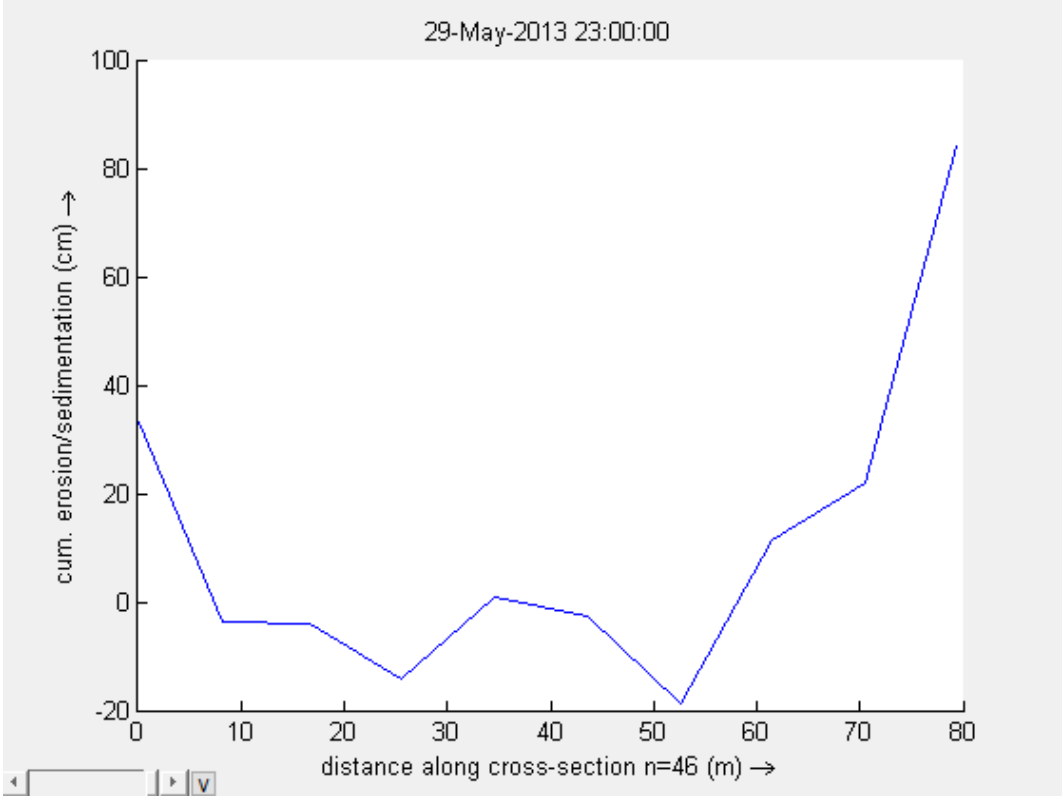
a. *Cross-section* 1



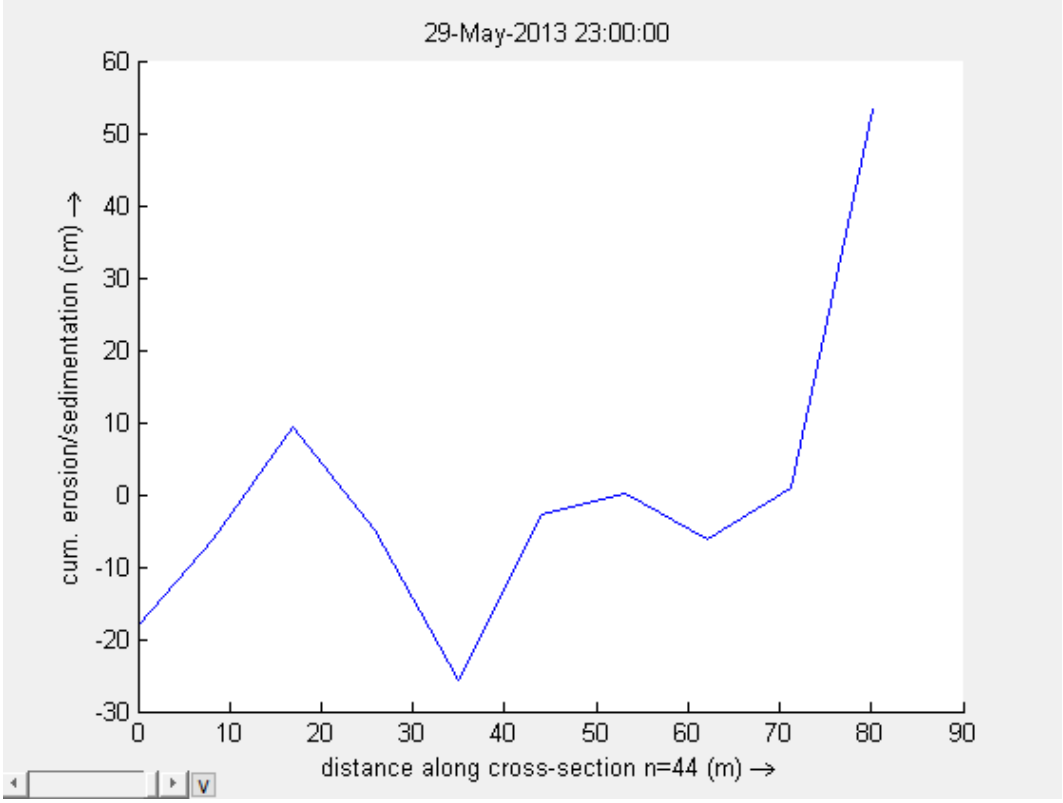
b. *Cross-section* 2



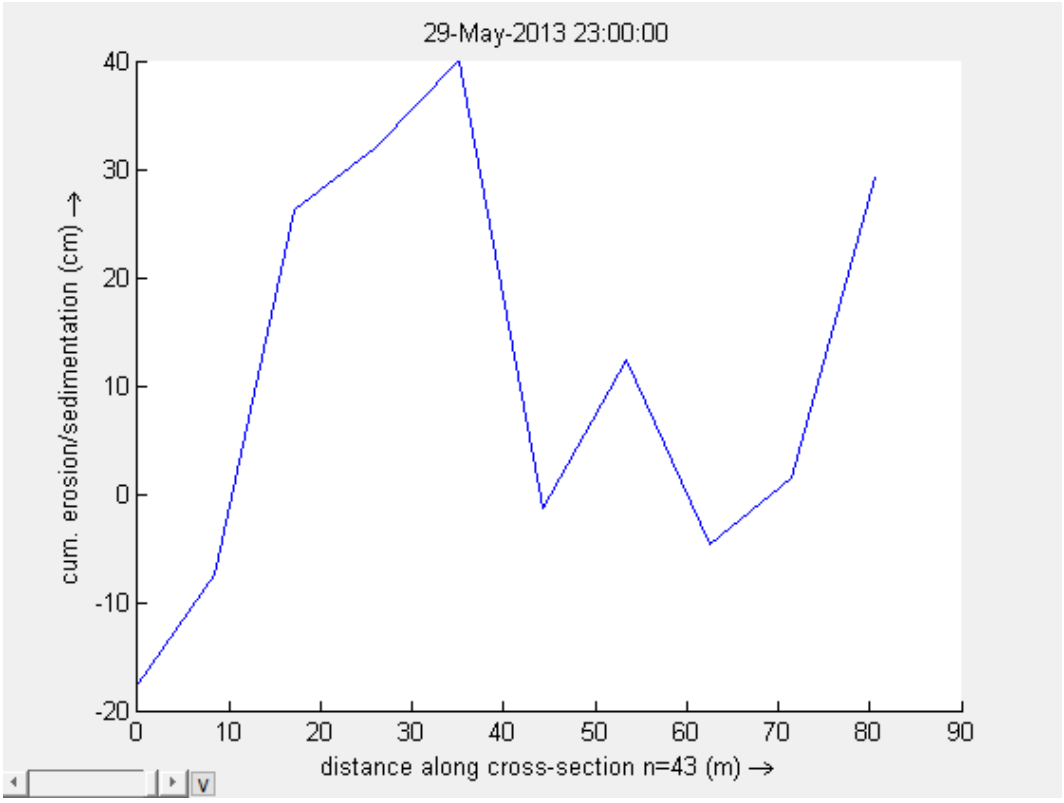
c. *Cross-section* 3



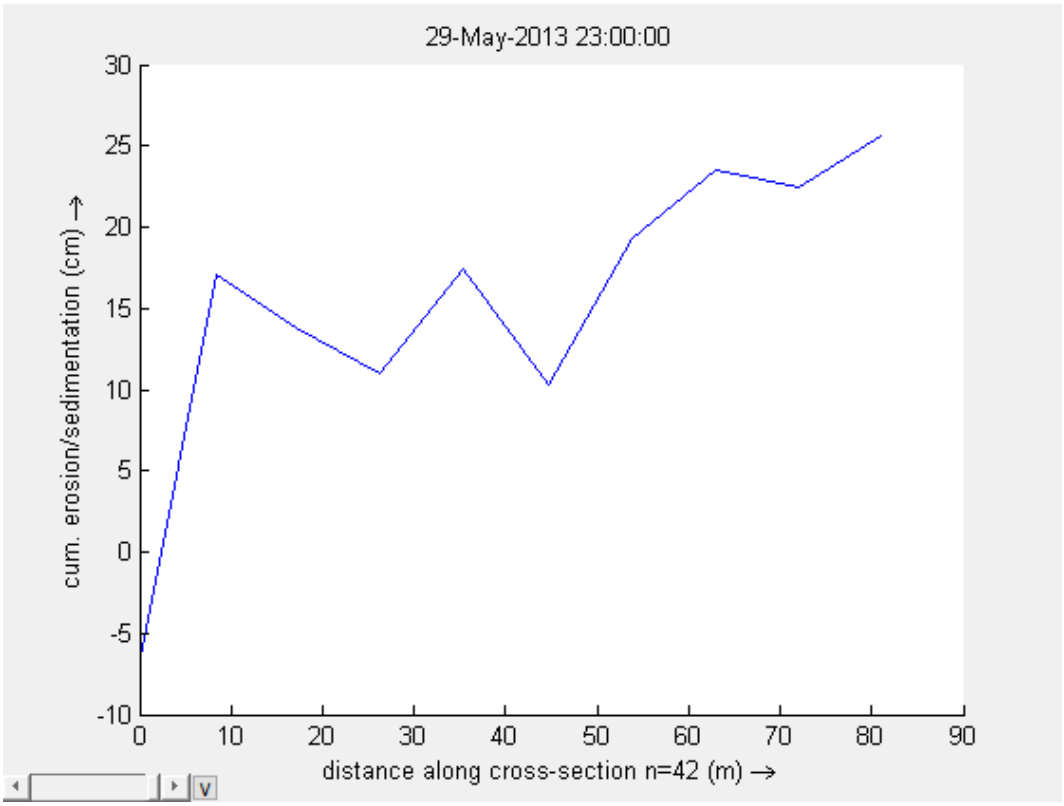
d. *Cross-section* 4



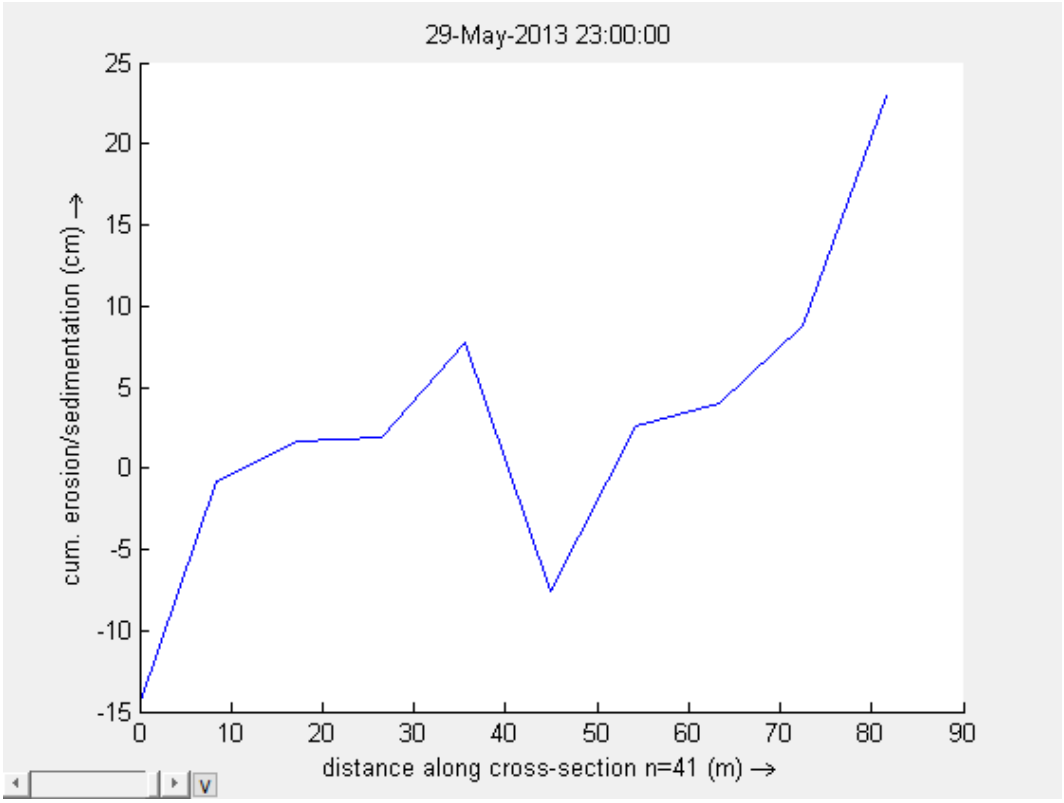
e. *Cross-section* 5



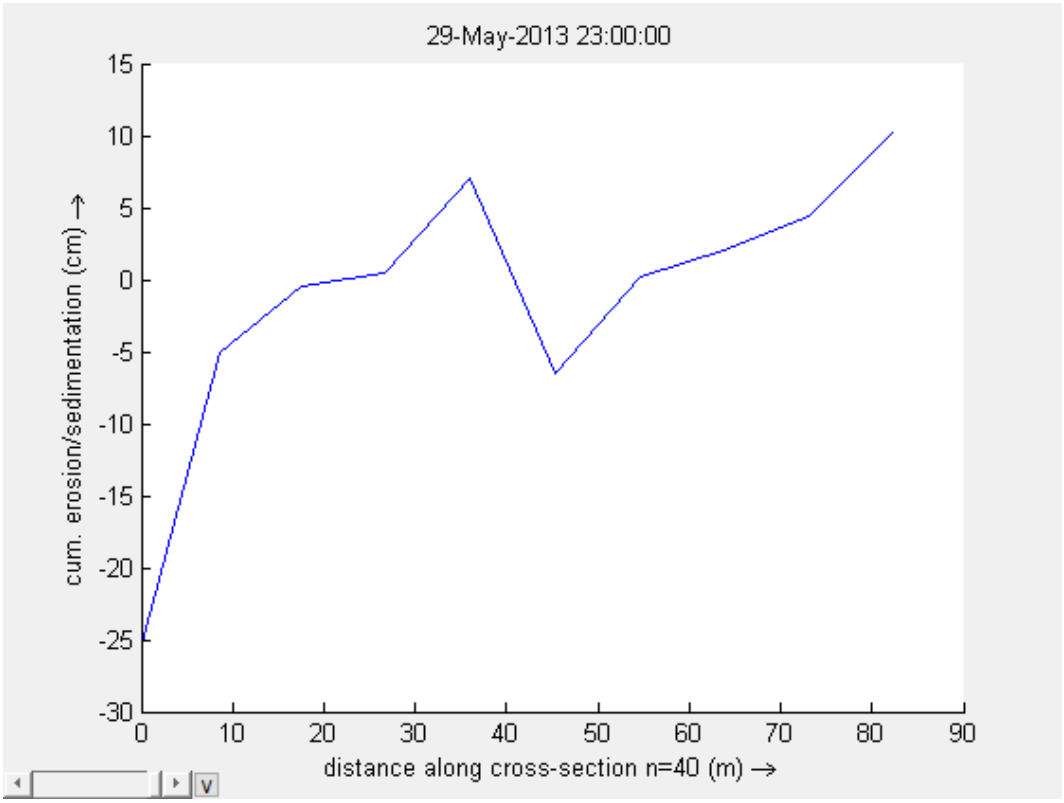
f. *Cross-section* 6



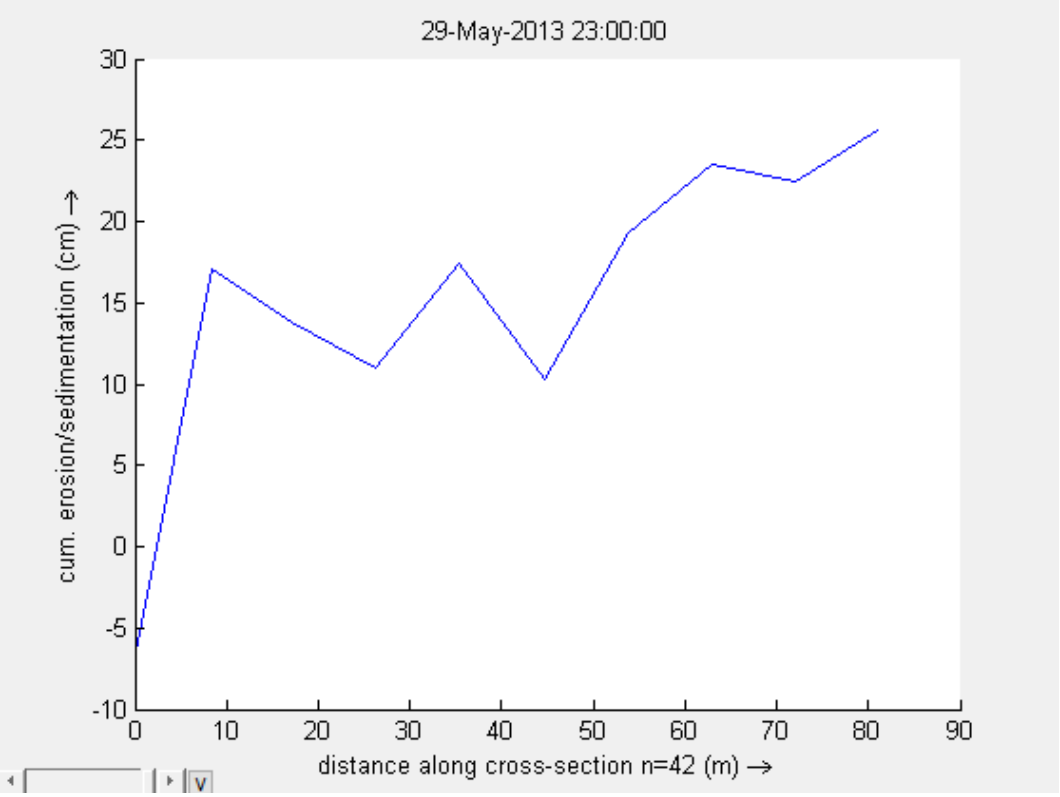
g. *Cross-section* 7



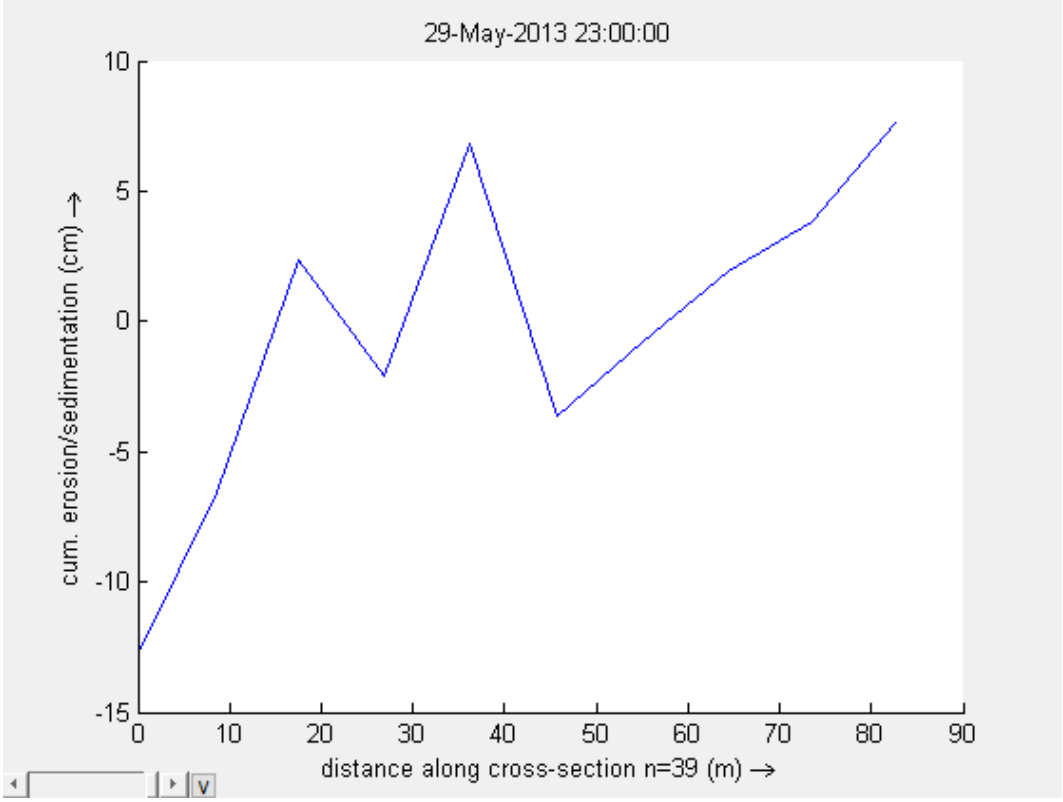
h. *Cross-section* 8



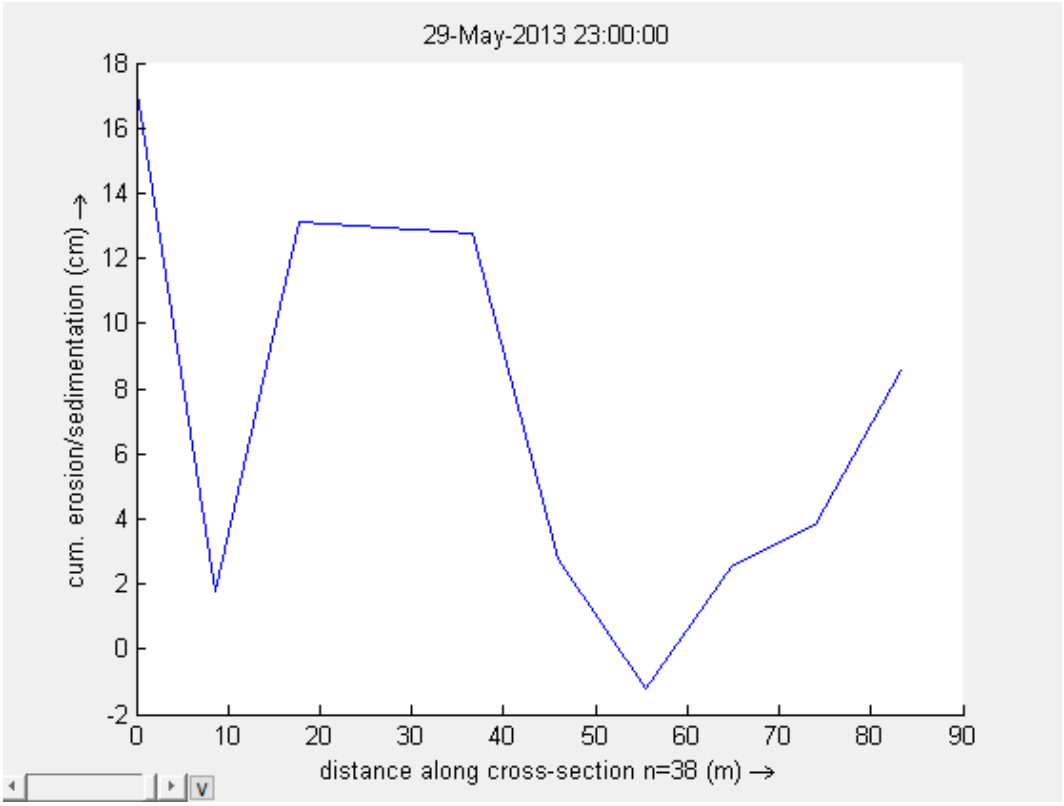
i. *Cross-section* 9



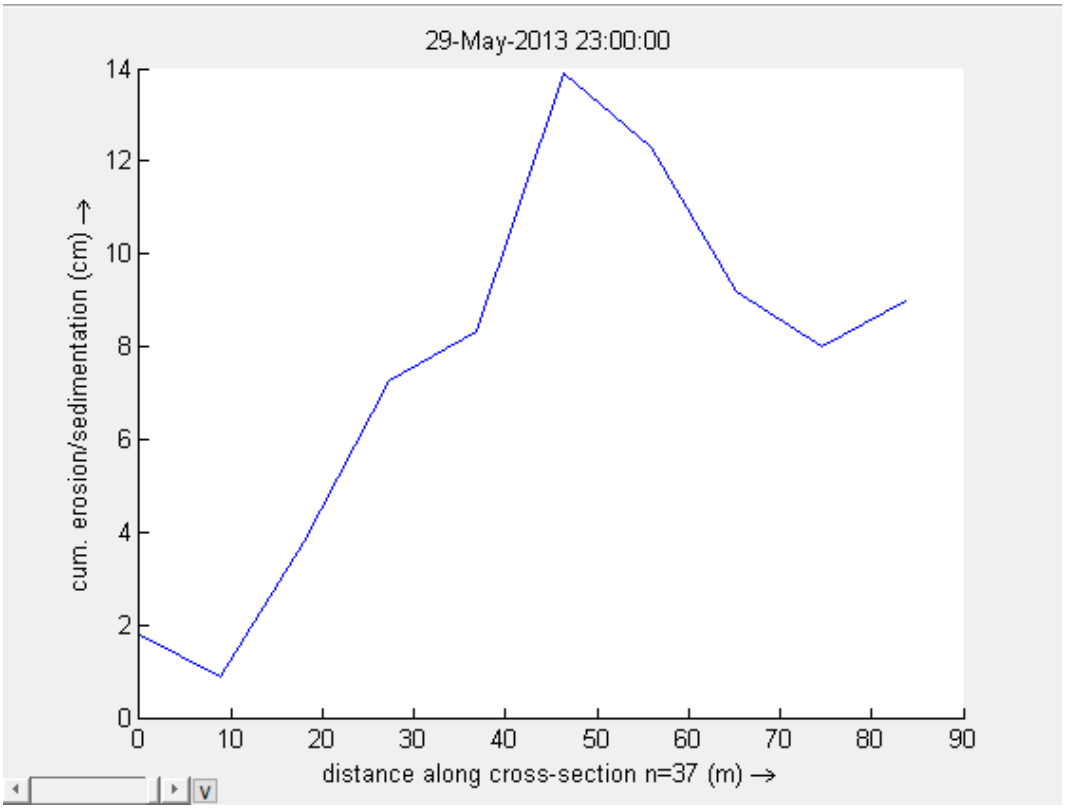
j. *Cross-section* 10



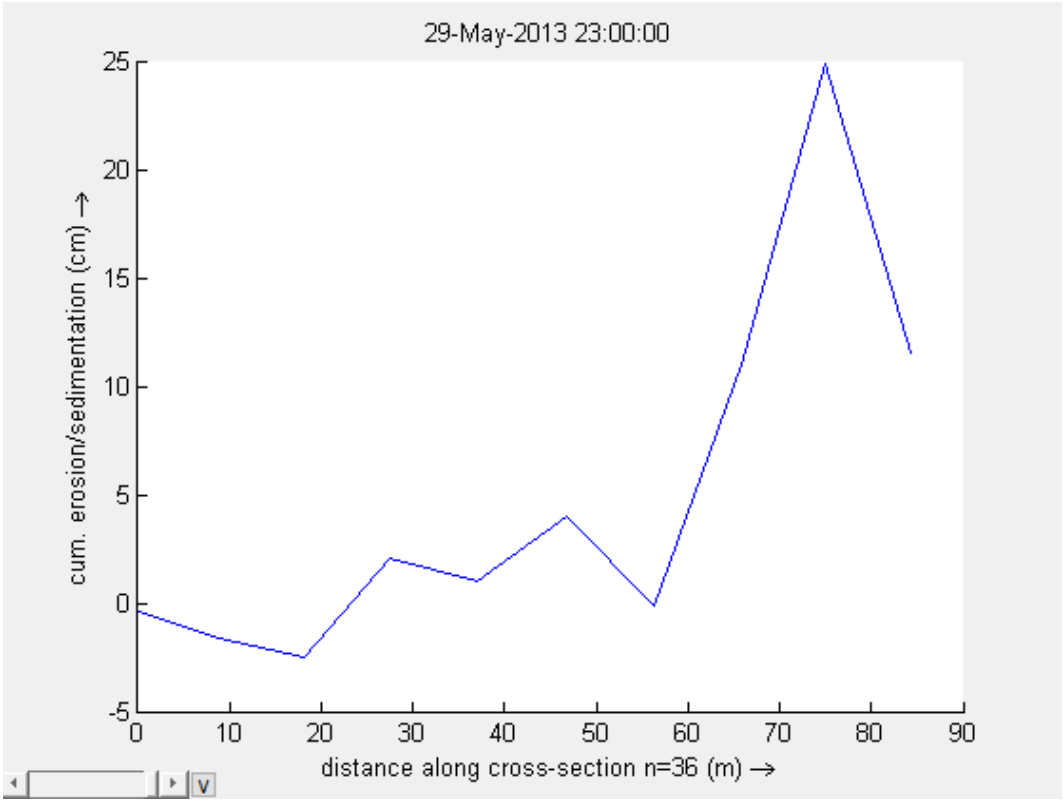
k. *Cross-section* 11



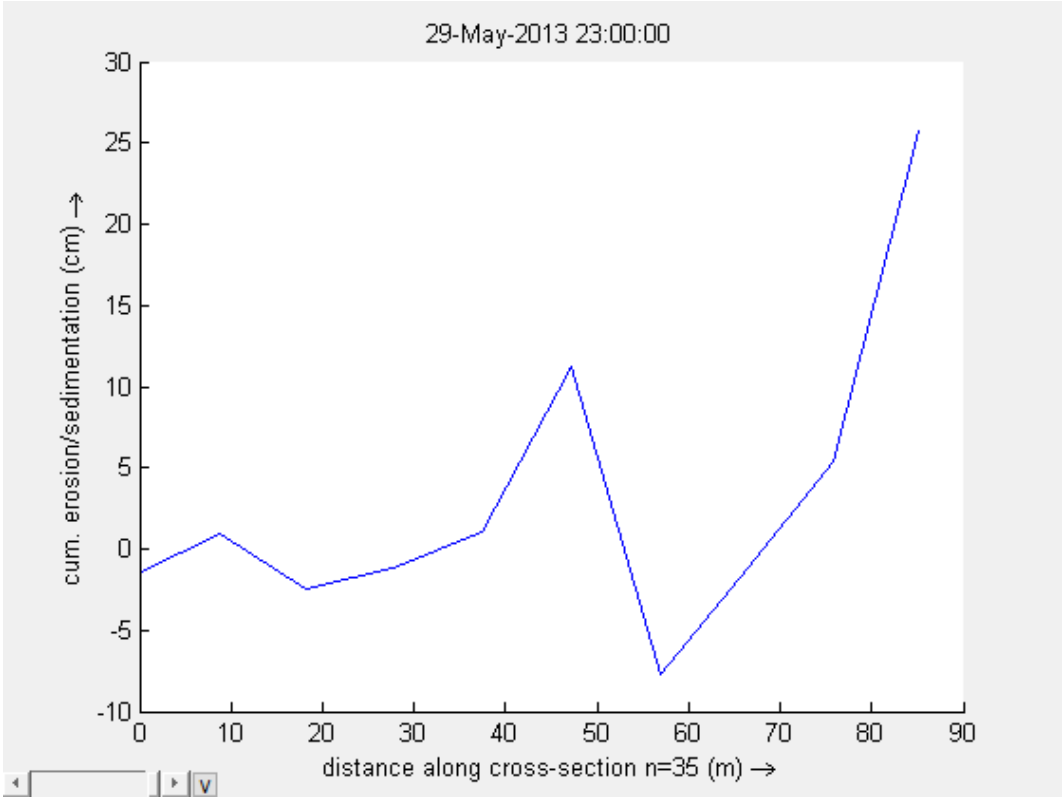
l. *Cross-section* 12



m. *Cross-section* 13

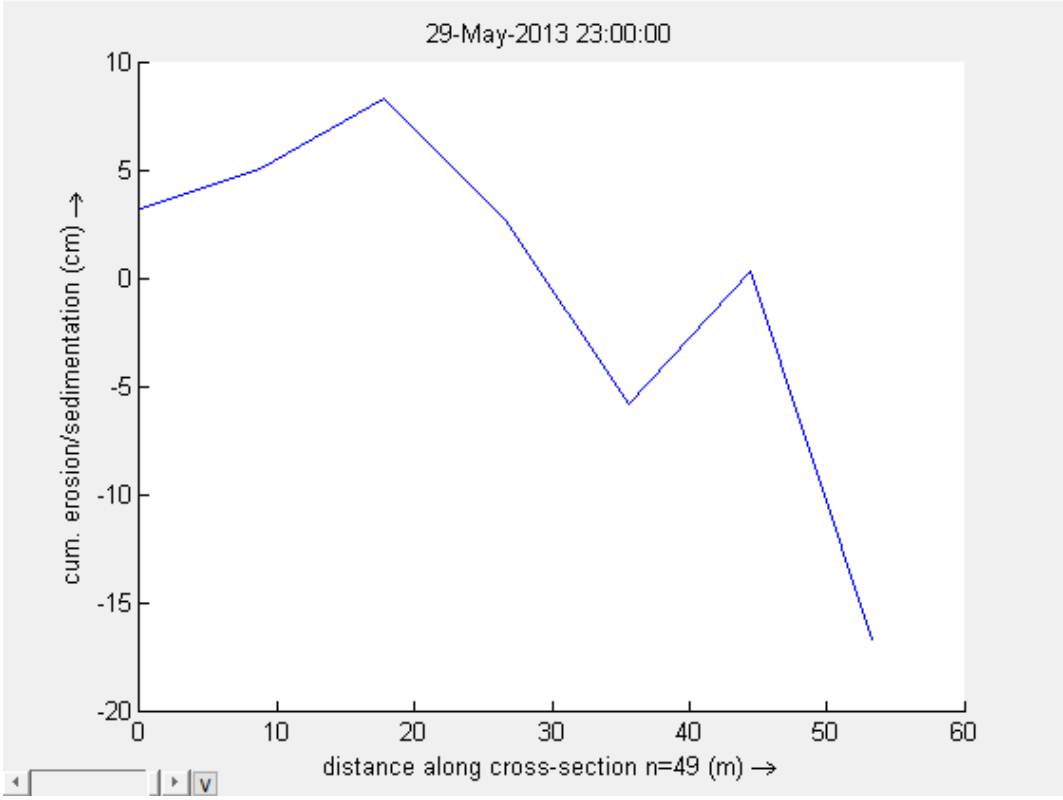


n. *Cross-section* 14

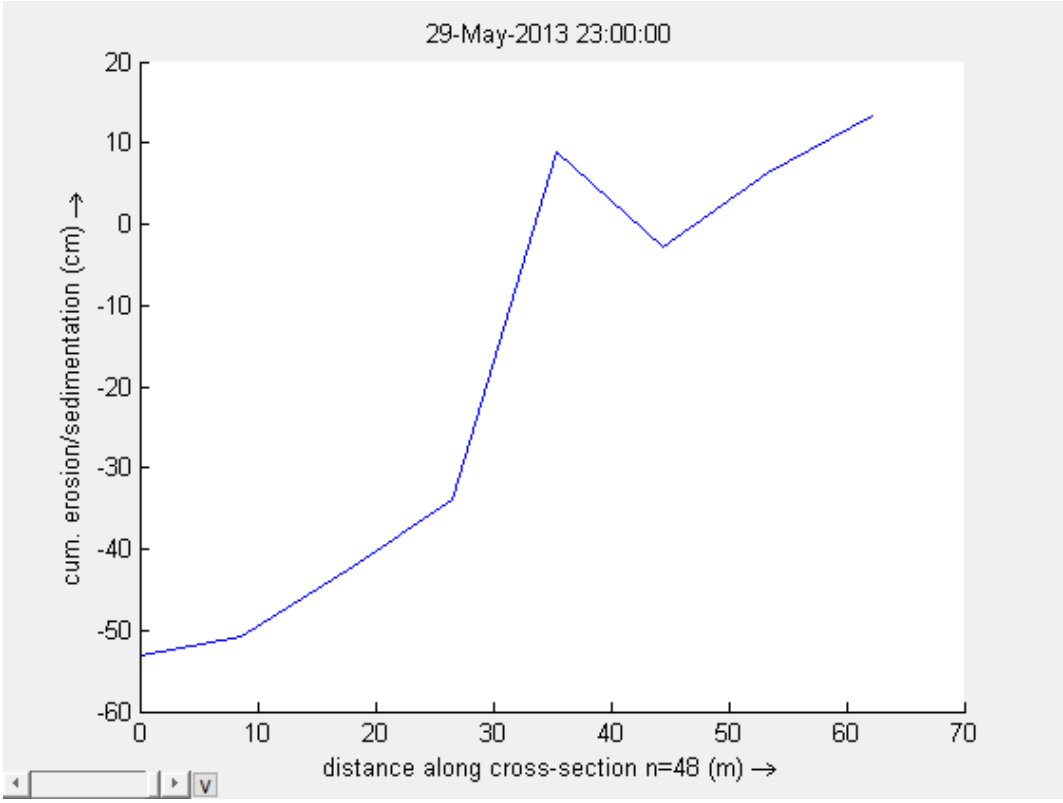


Cross-section Dermaga Alternatif 1

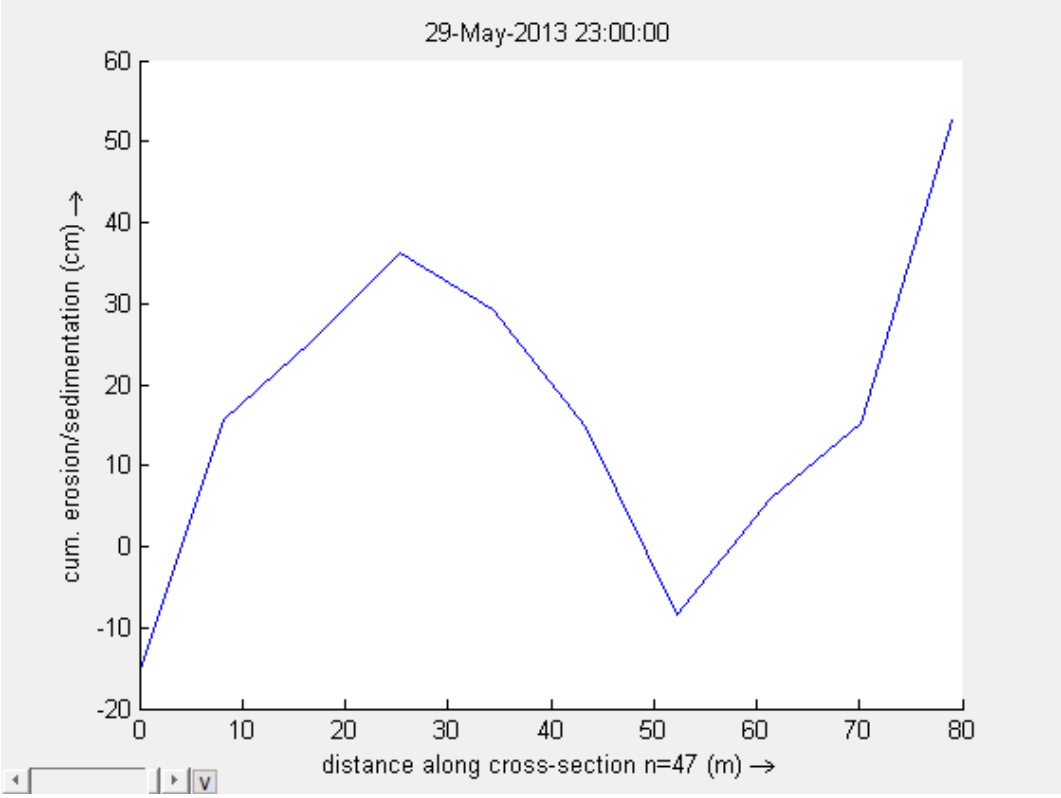
a. *Cross-section* 1



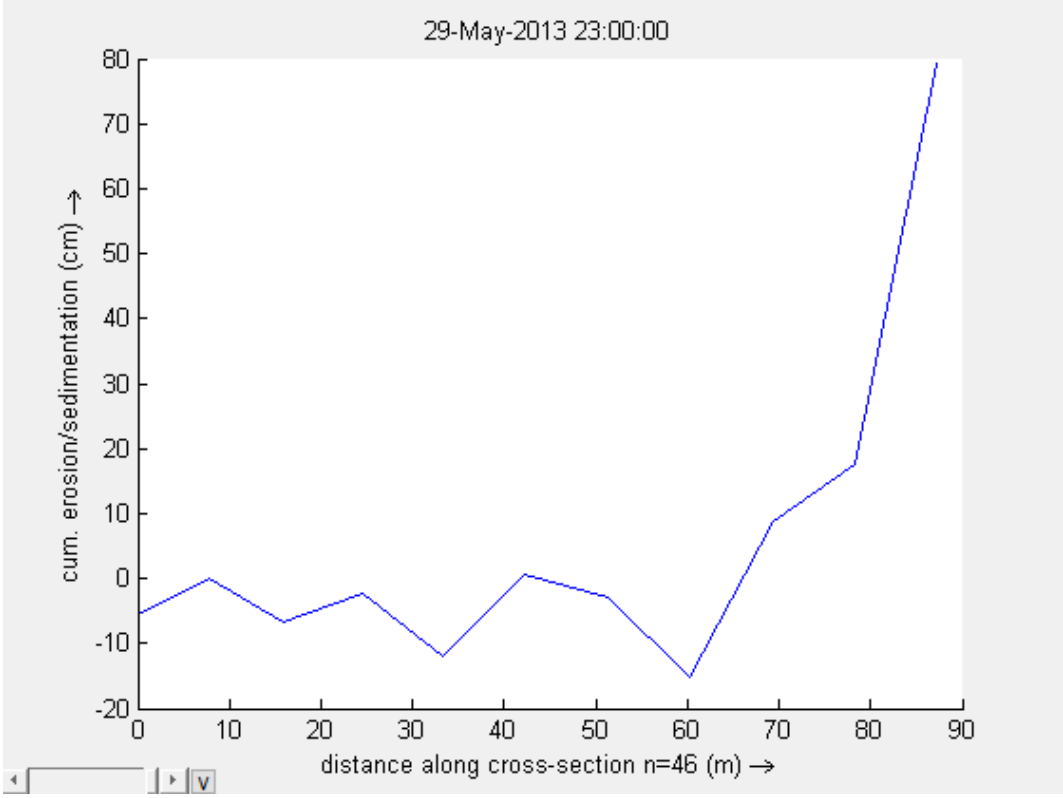
b. *Cross-section* 2



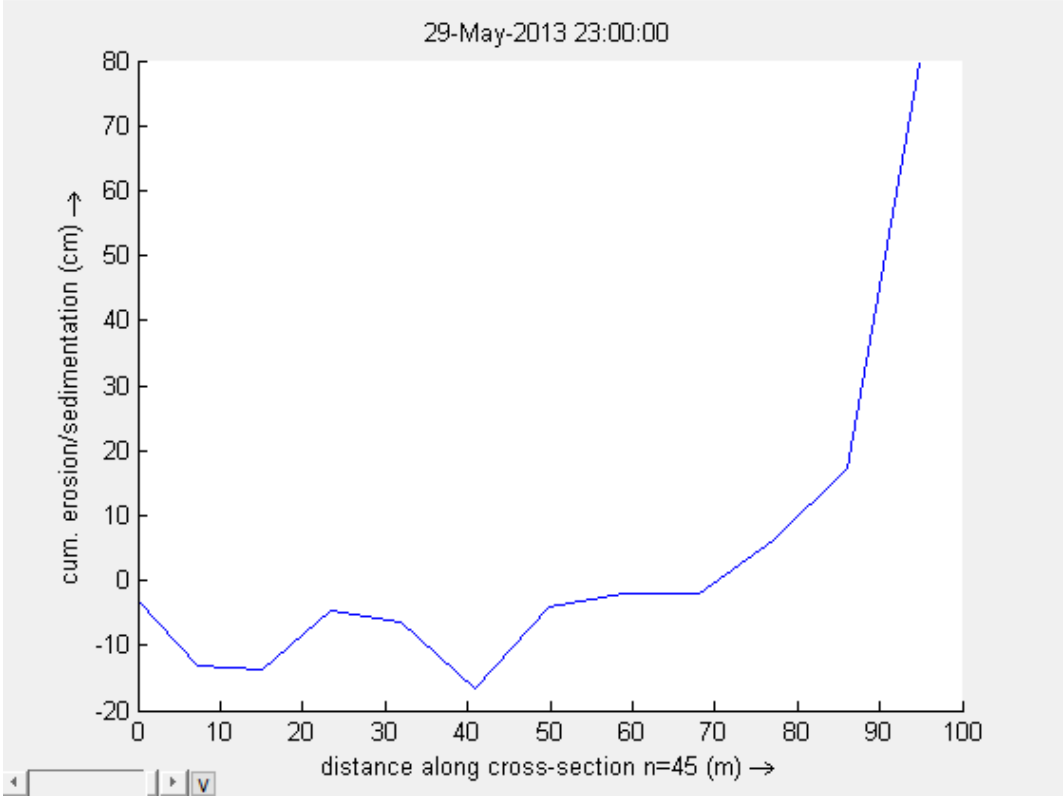
c. *Cross-section* 3



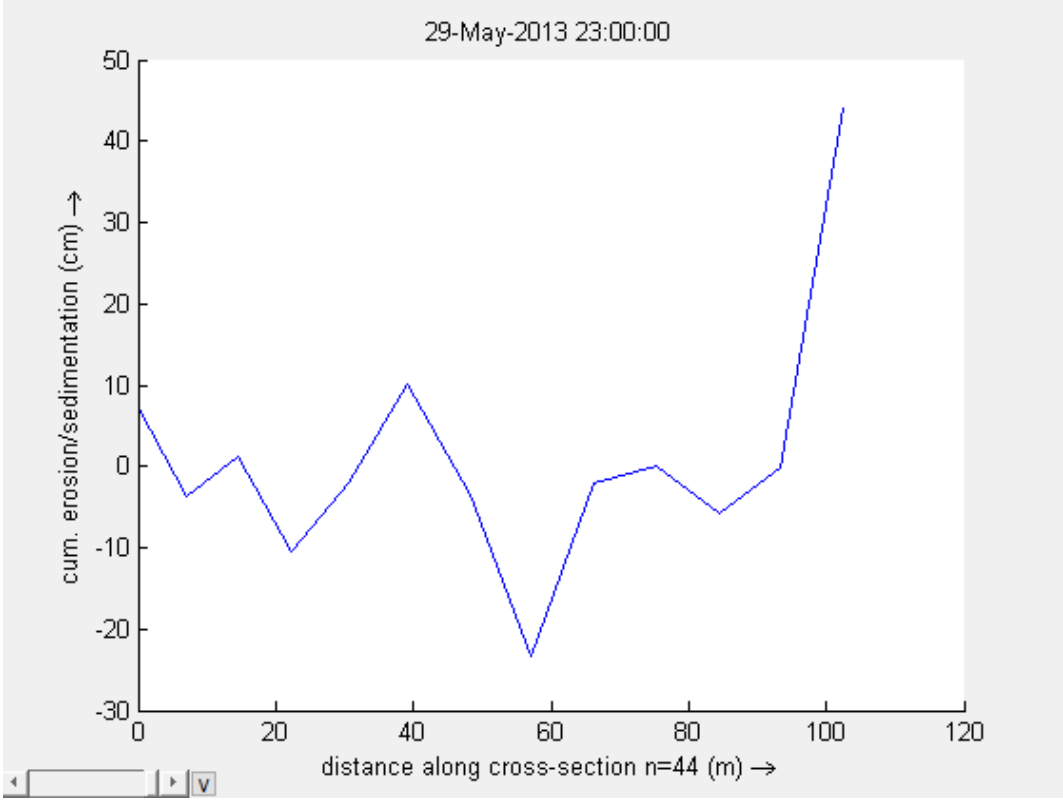
d. *Cross-section* 4



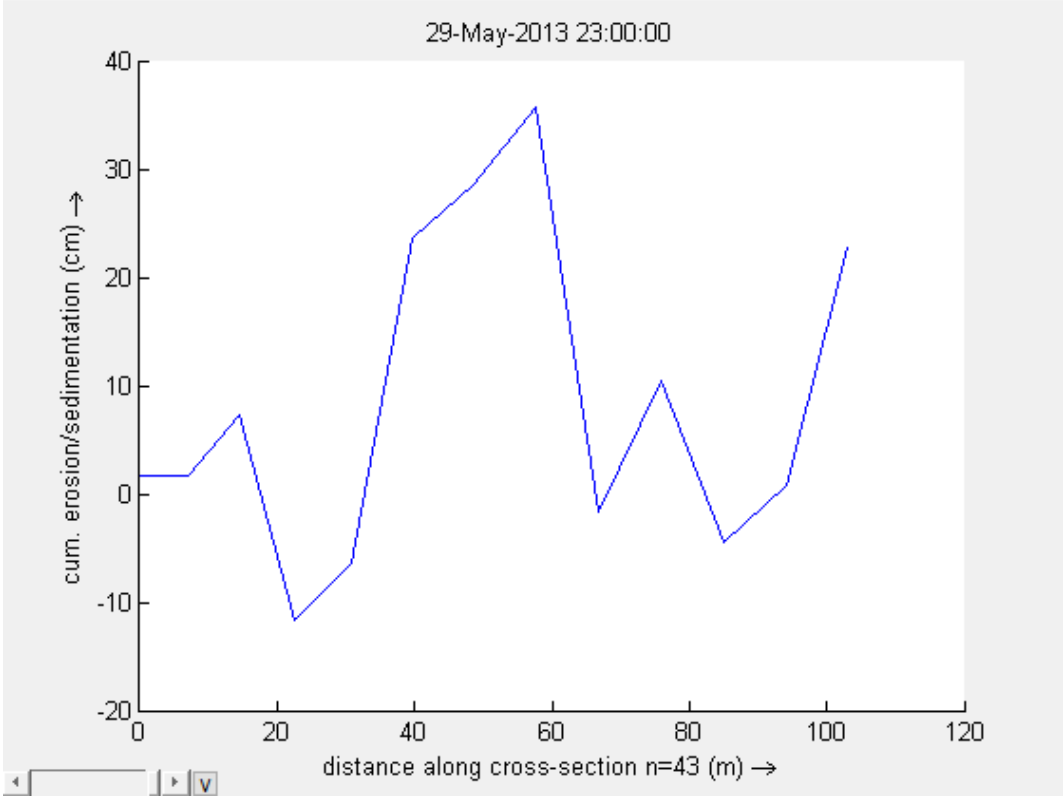
e. *Cross-section* 5



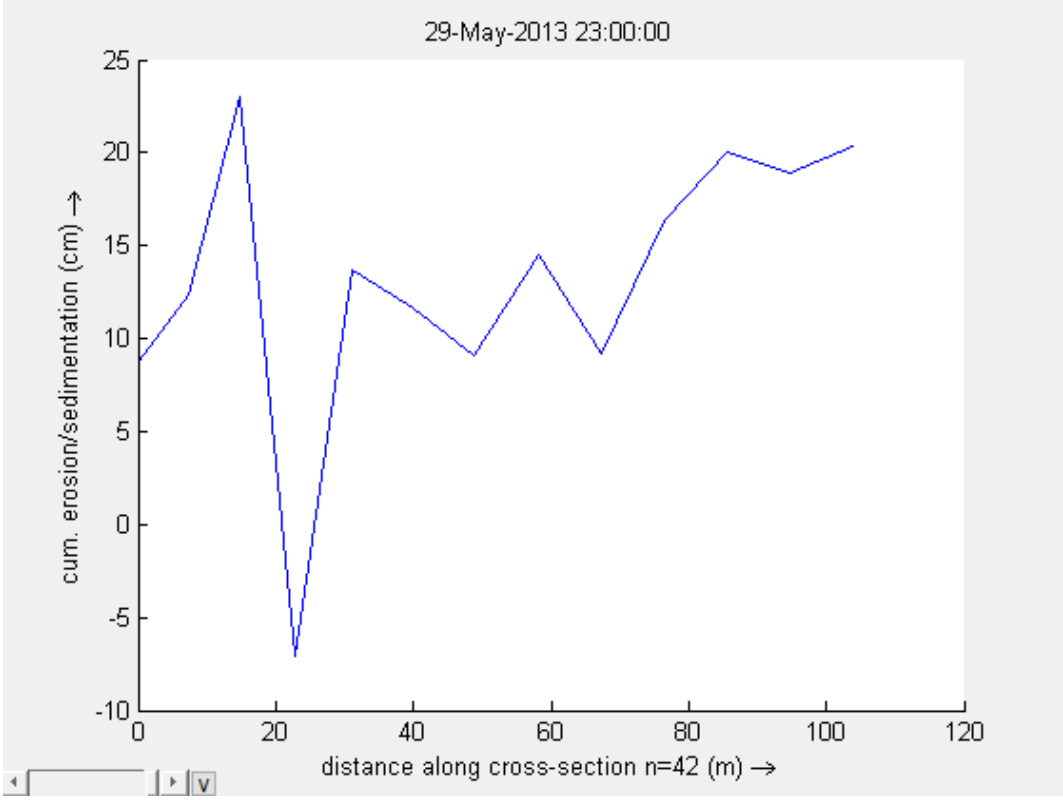
f. *Cross-section* 6



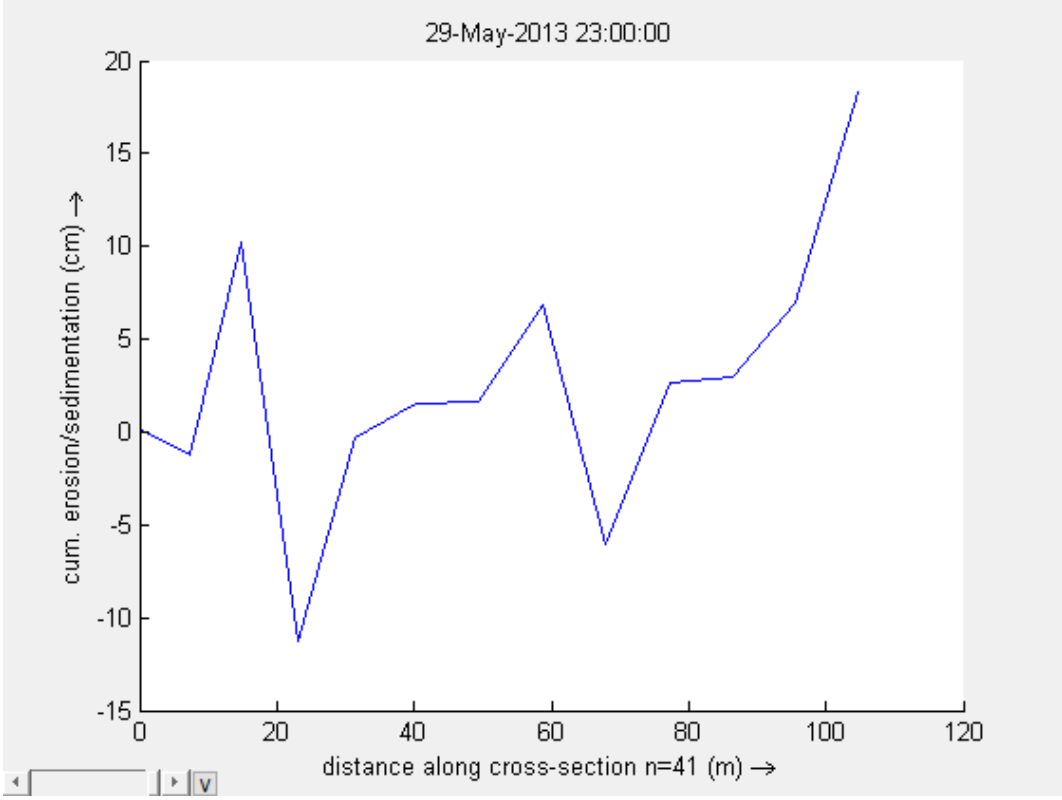
g. *Cross-section* 7



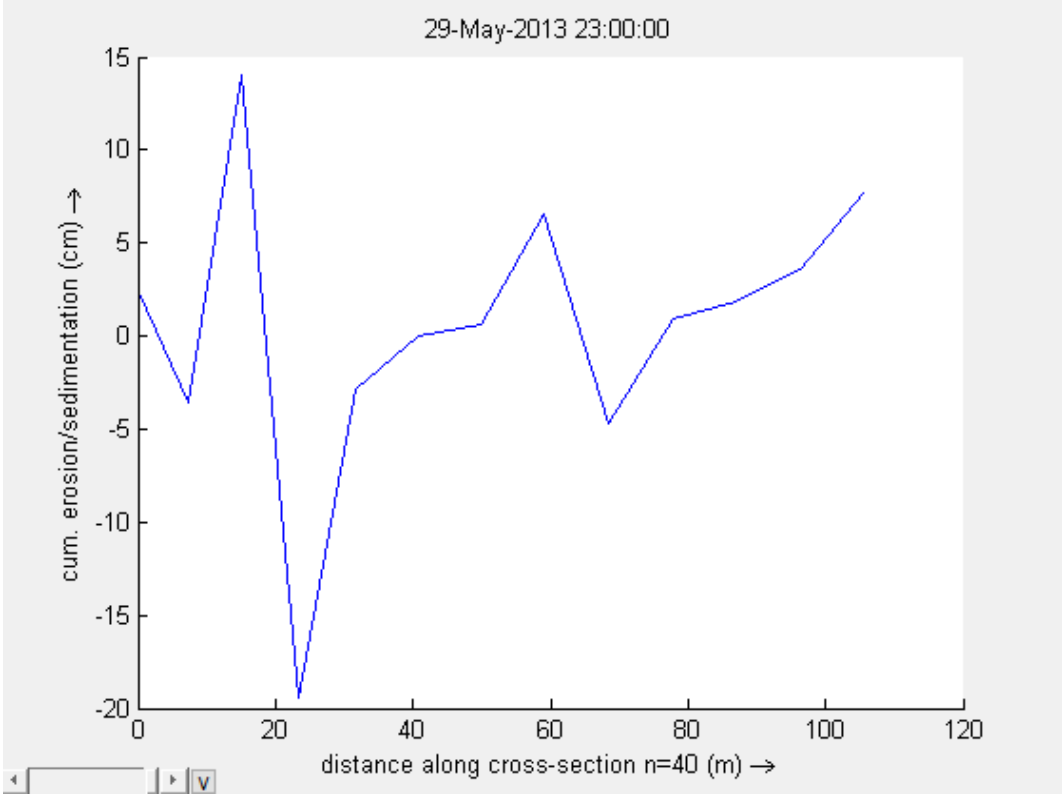
h. *Cross-section* 8



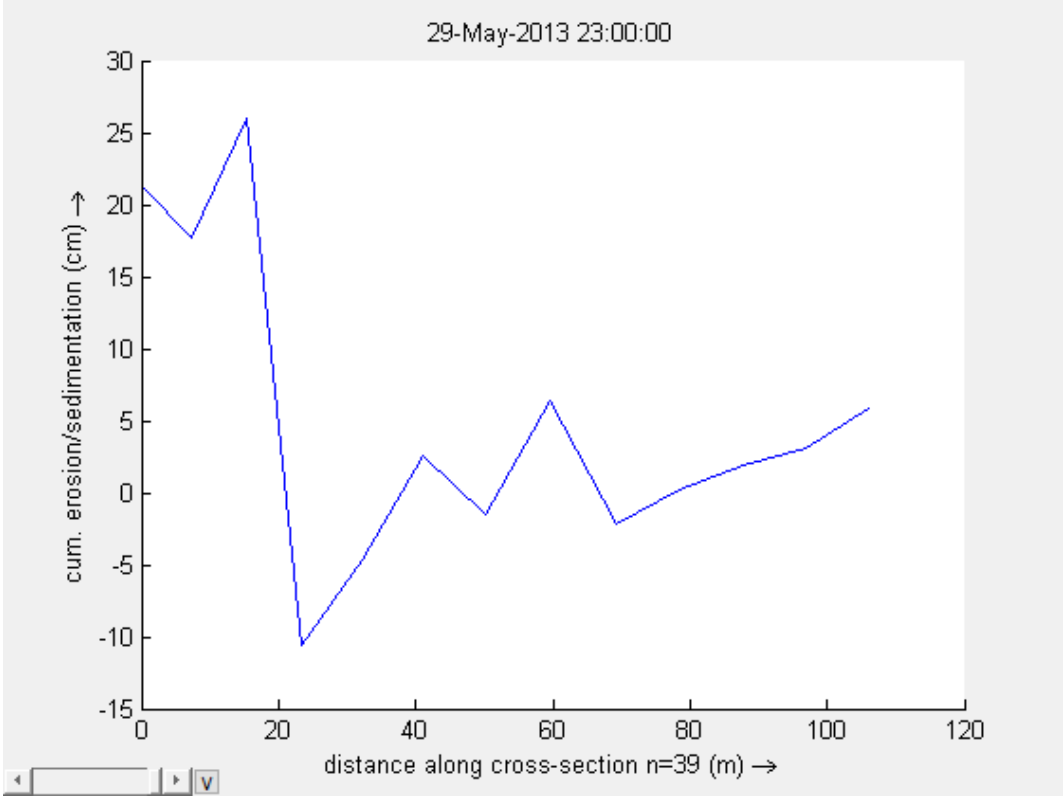
i. *Cross-section* 9



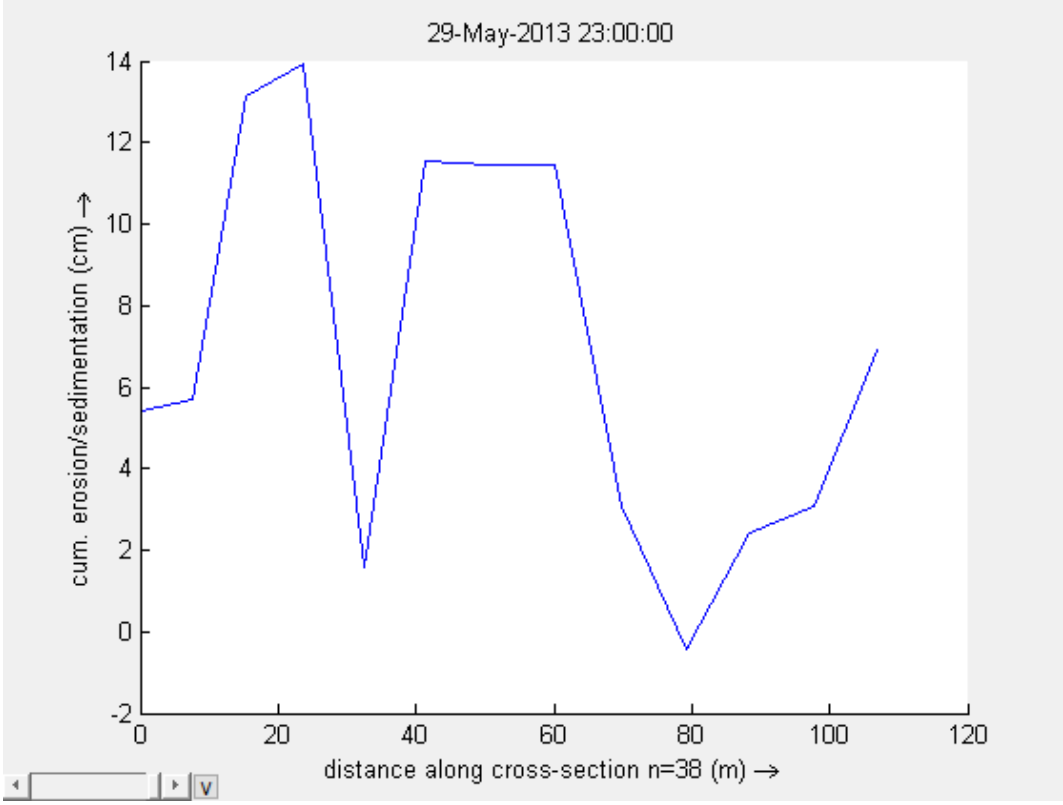
j. *Cross-section* 10



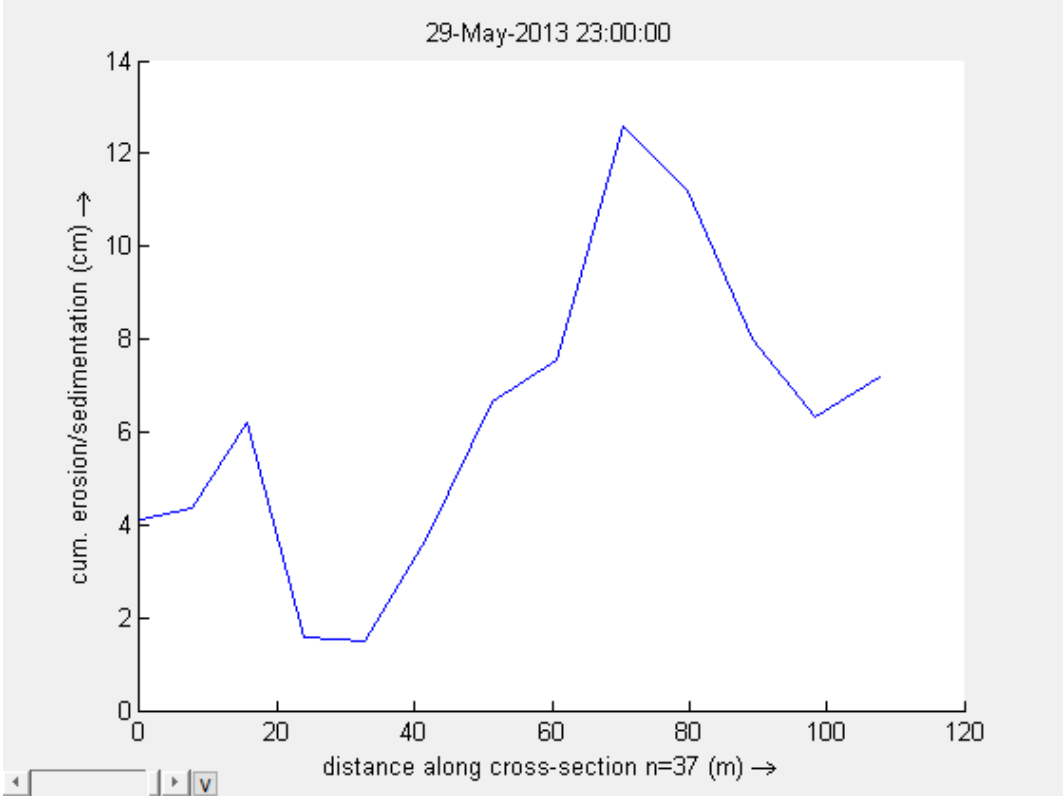
k. *Cross-section* 11



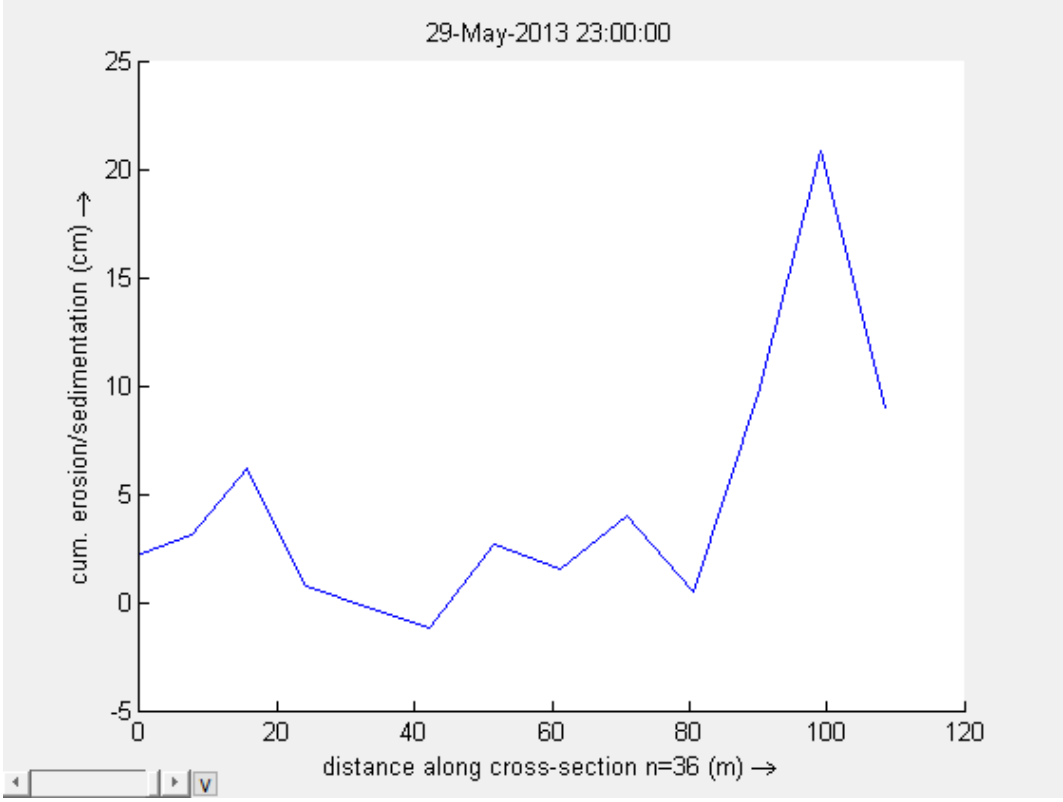
l. *Cross-section* 12



m. *Cross-section* 13

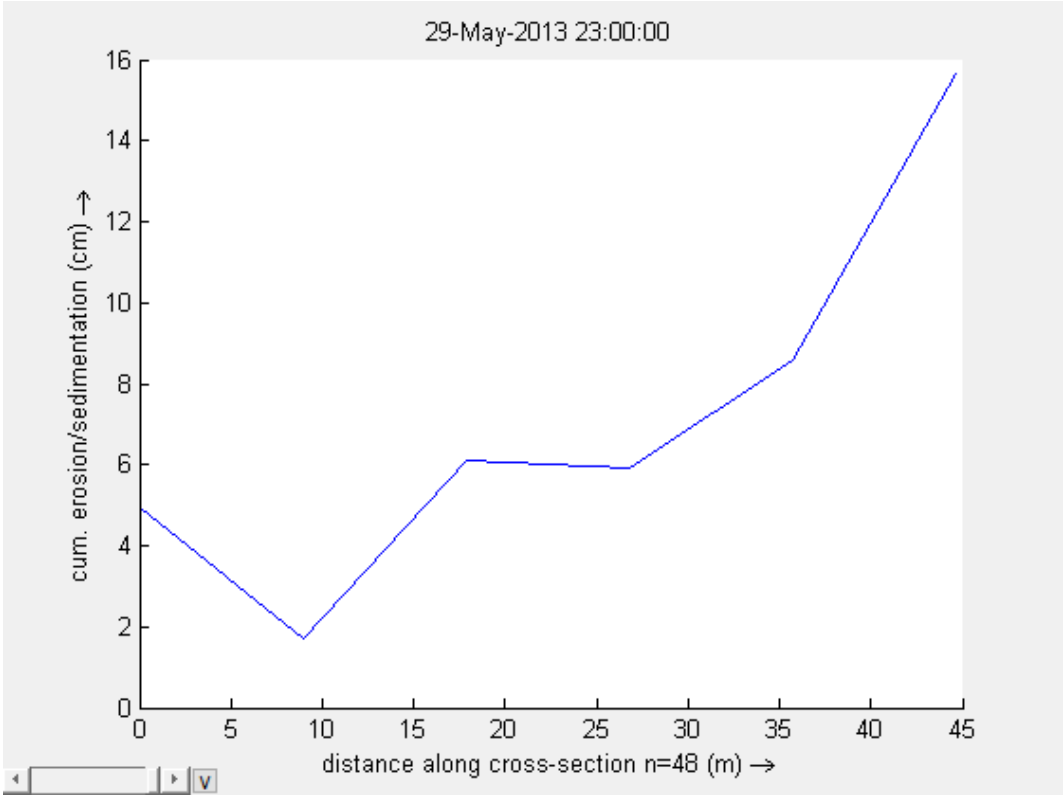


n. *Cross-section* 14

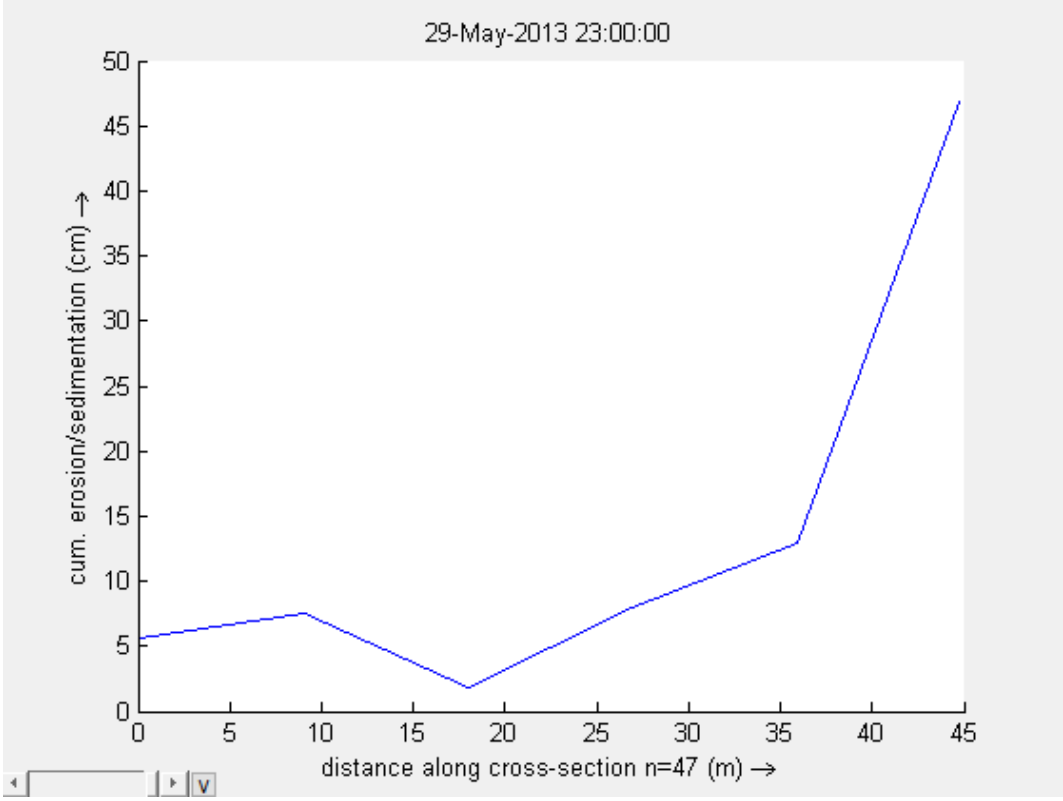


Cross-section Dermaga Alternatif 2

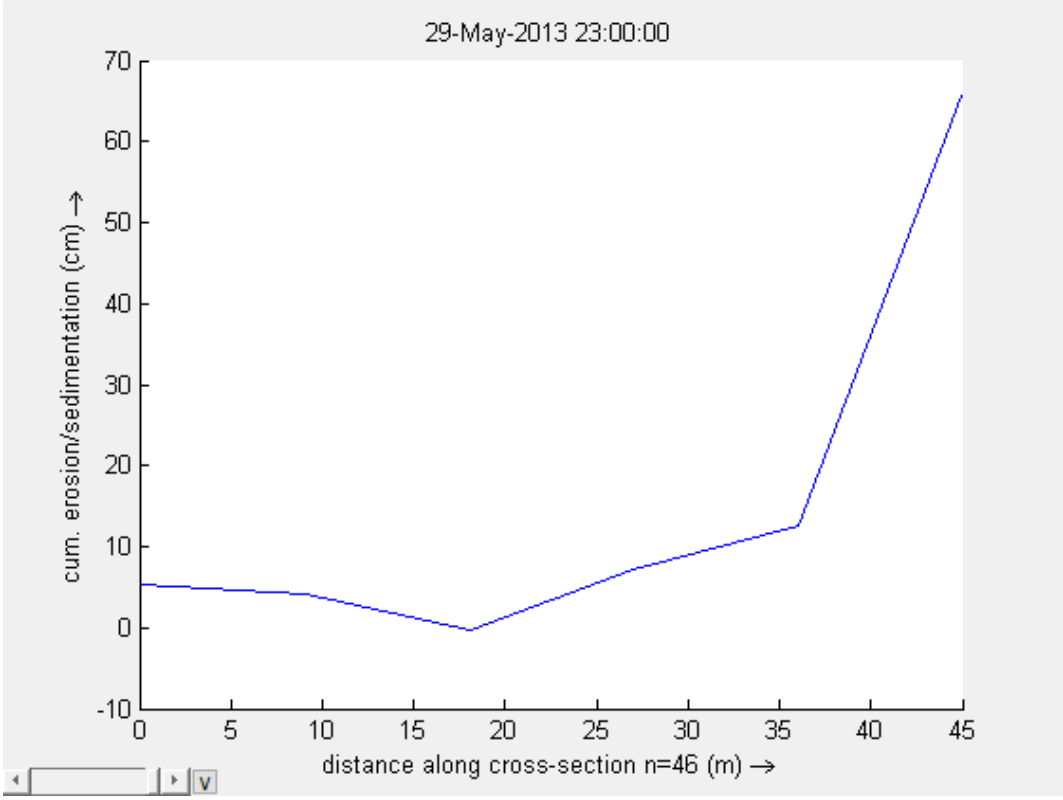
a. *Cross-section* 1



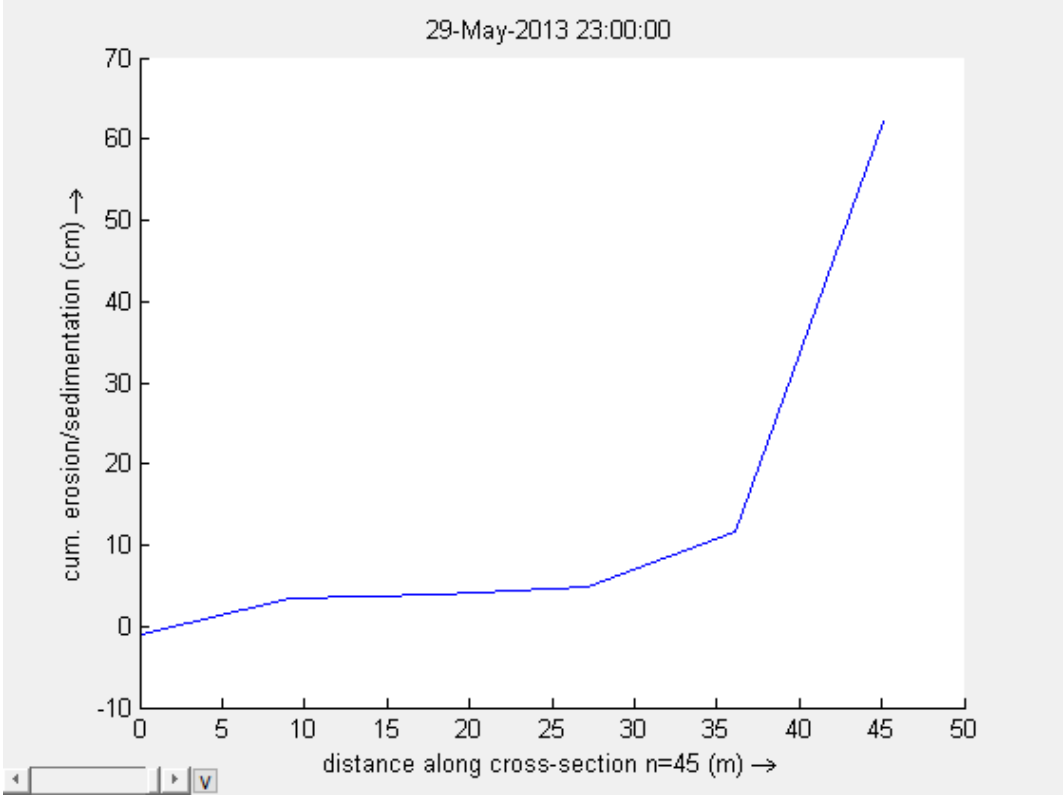
b. *Cross-section* 2



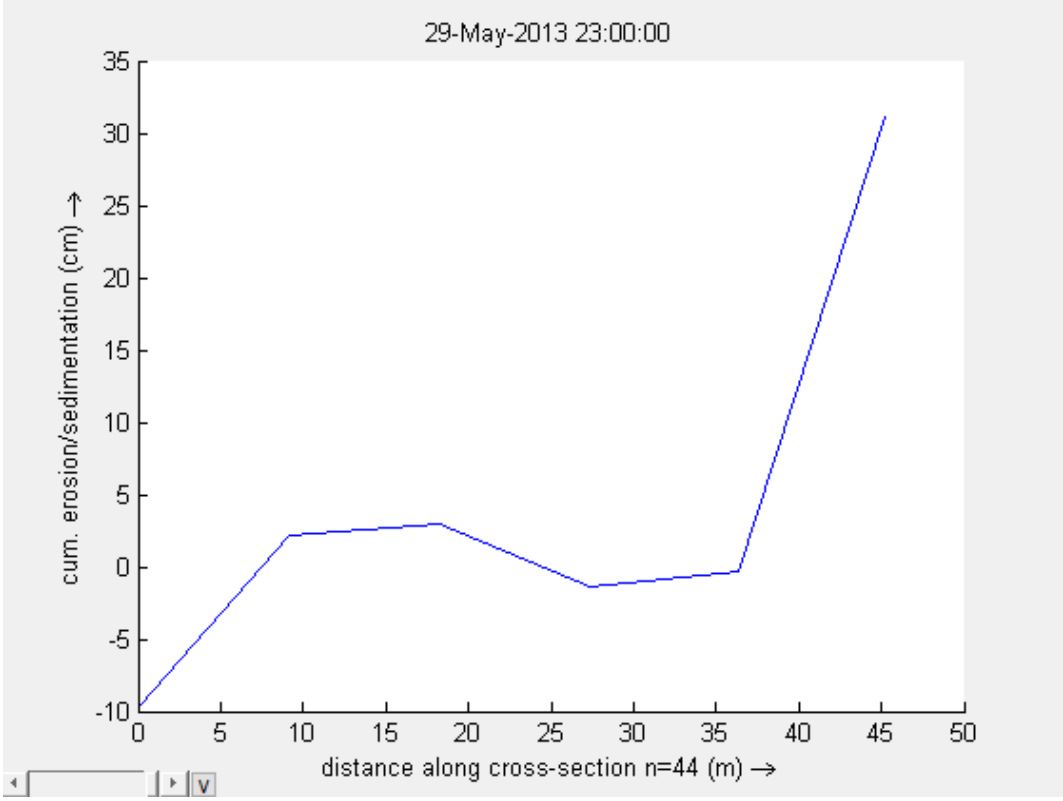
c. *Cross-section* 3



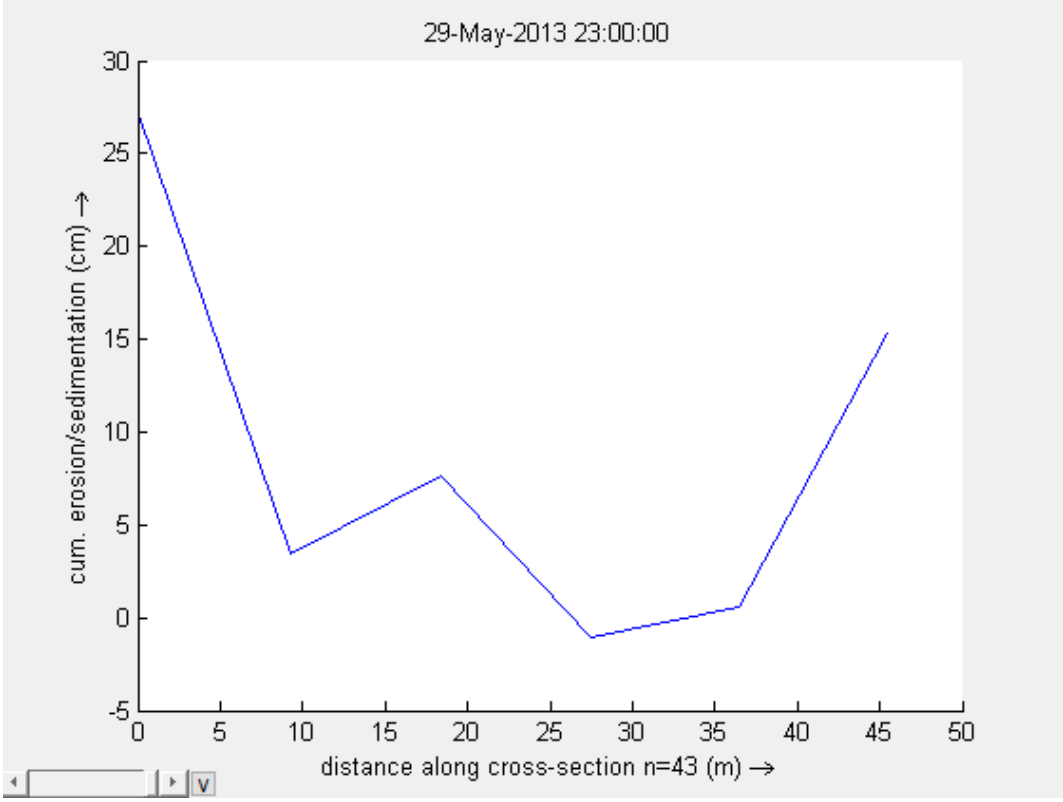
d. *Cross-section* 4



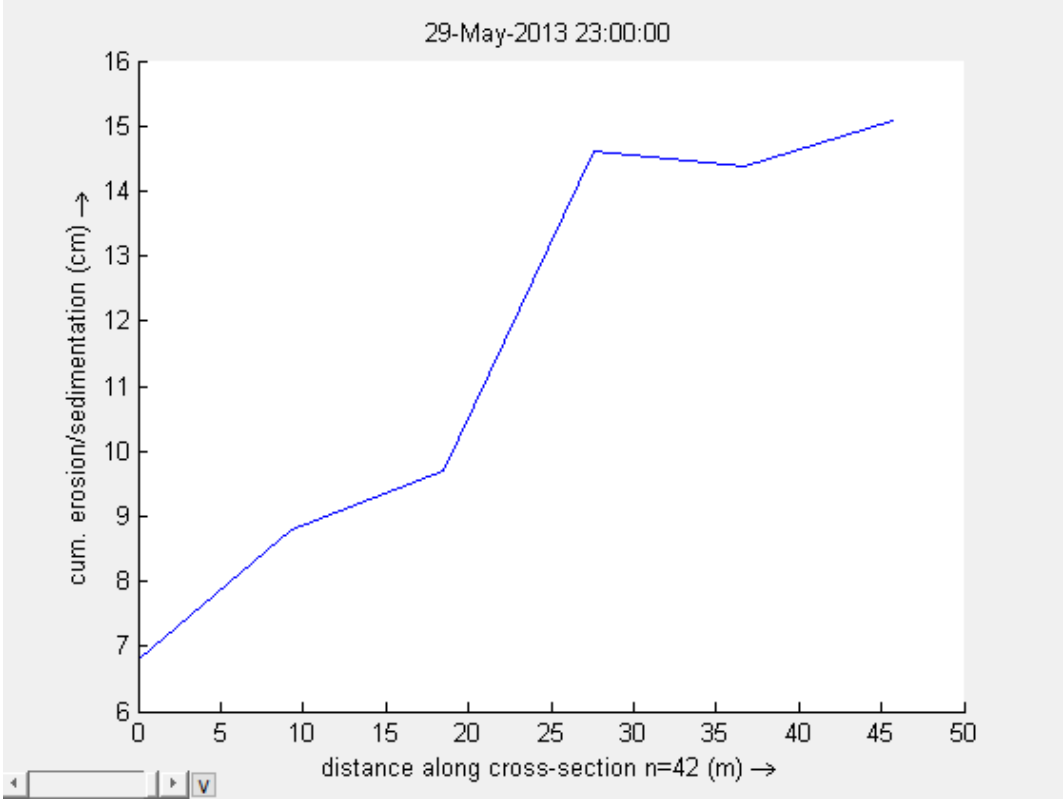
e. *Cross-section* 5



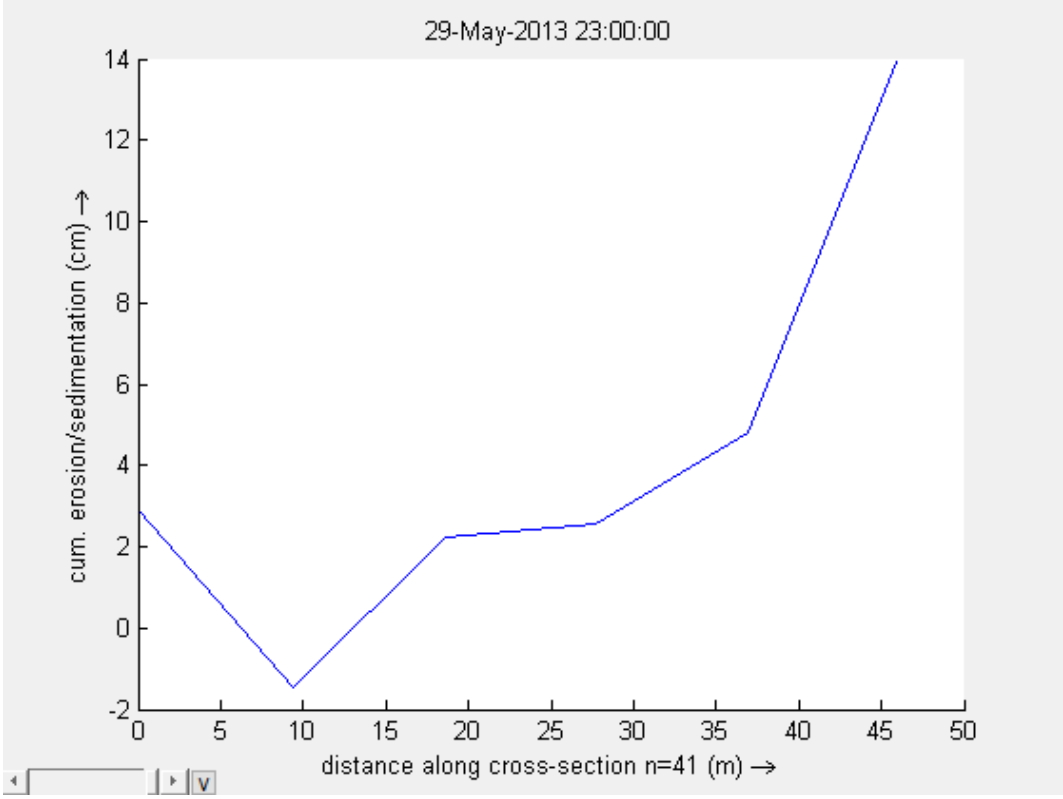
f. *Cross-section* 6



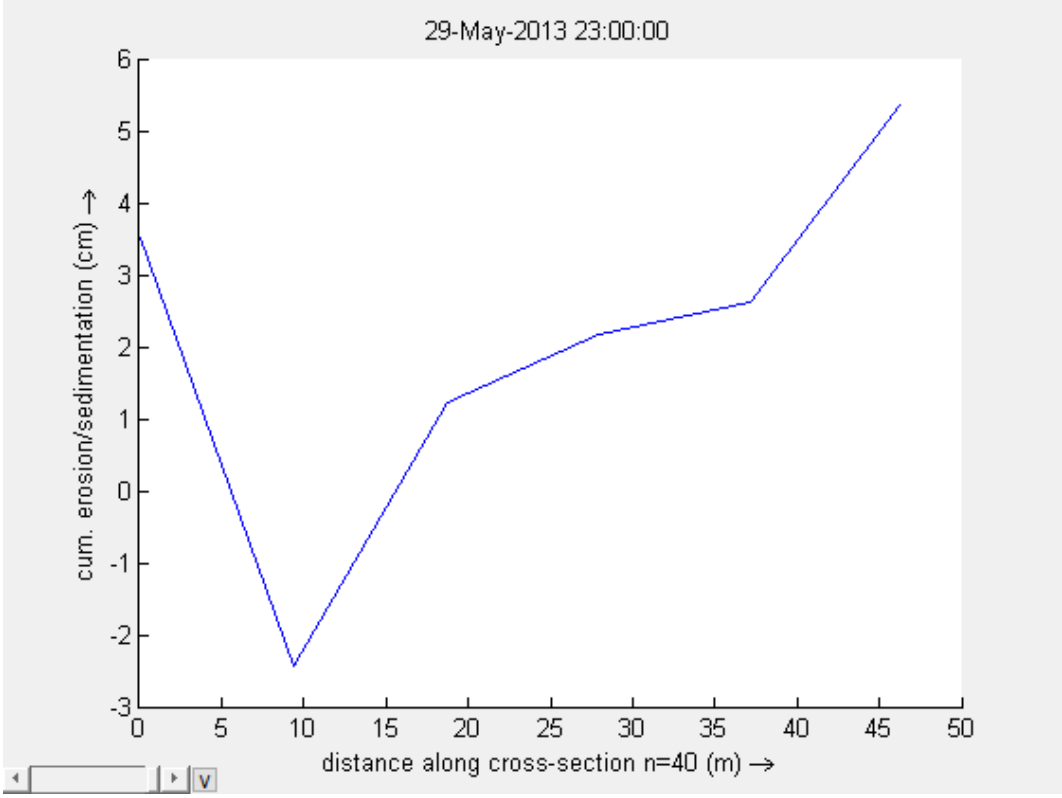
g. *Cross-section* 7



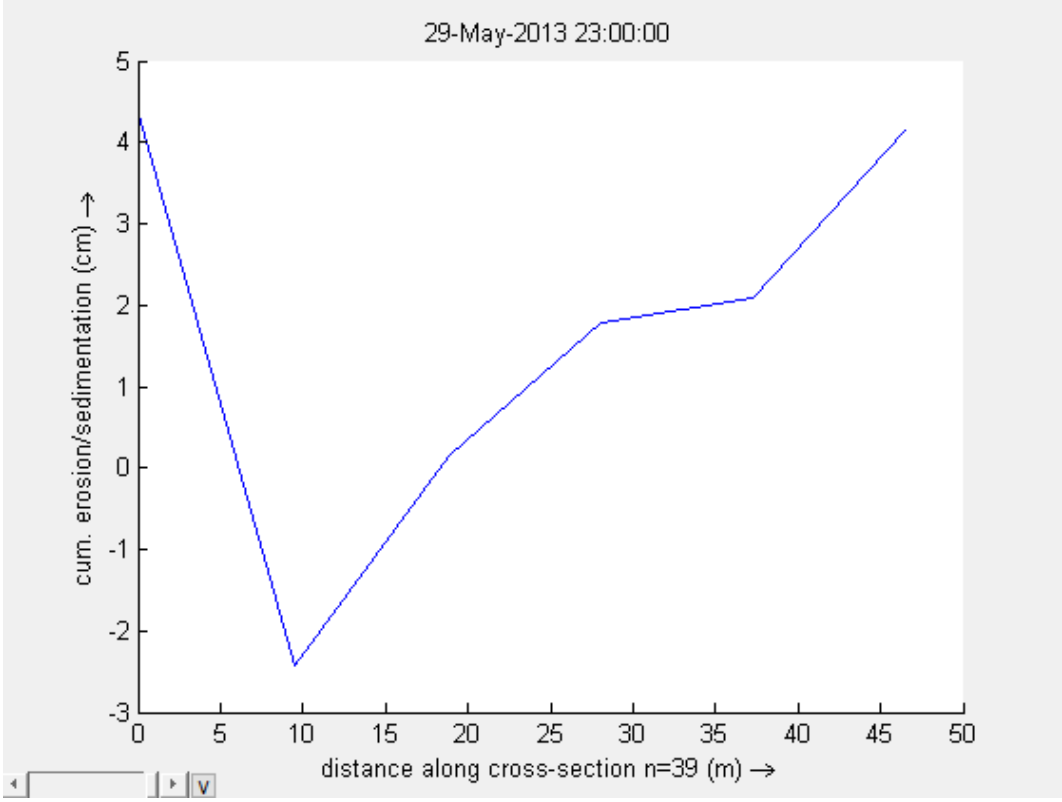
h. *Cross-section* 8



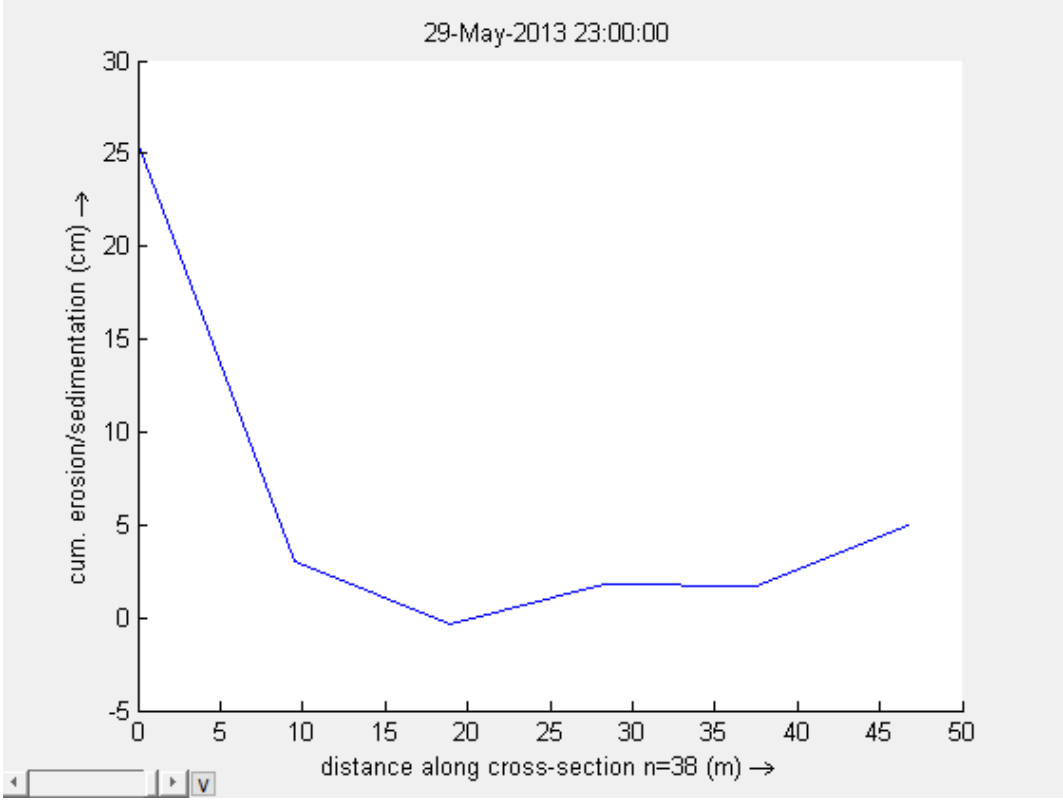
i. *Cross-section* 9



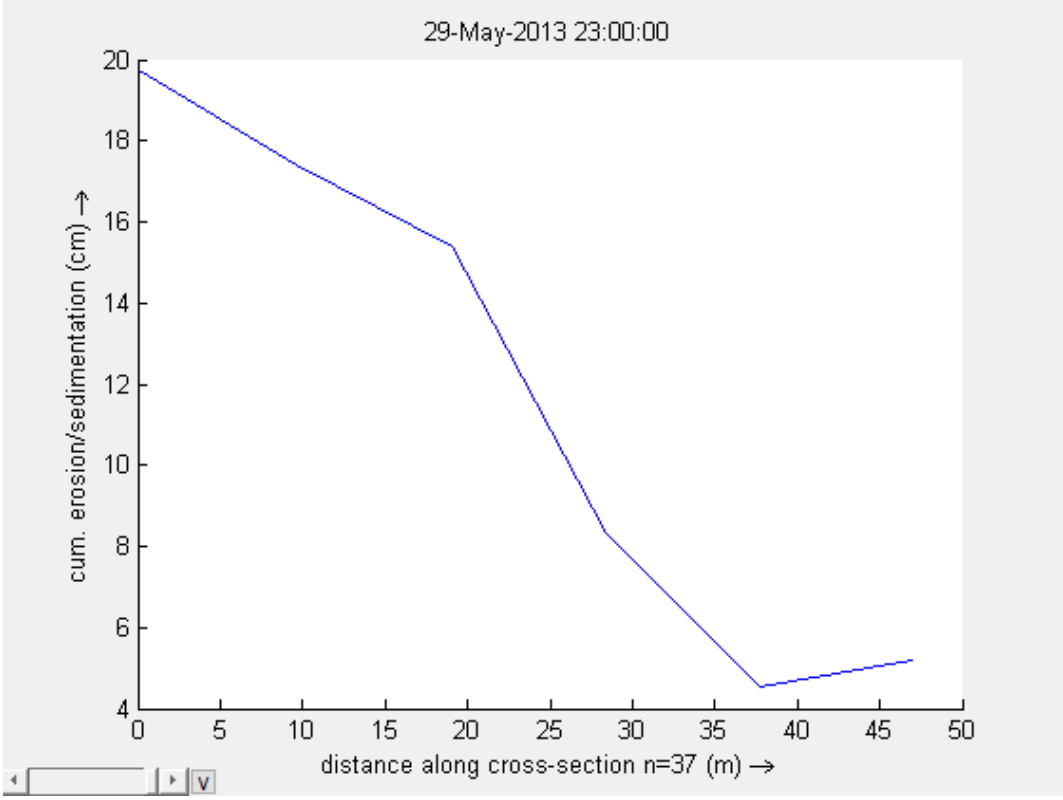
j. *Cross-section* 10



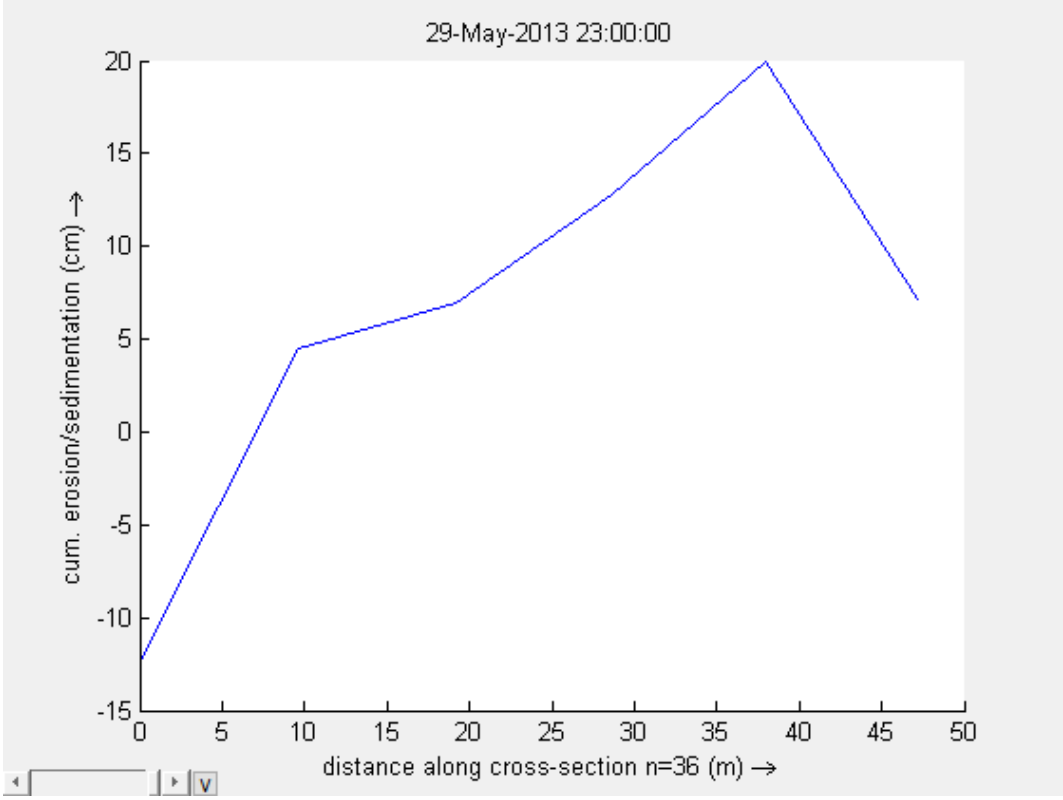
k. *Cross-section* 11



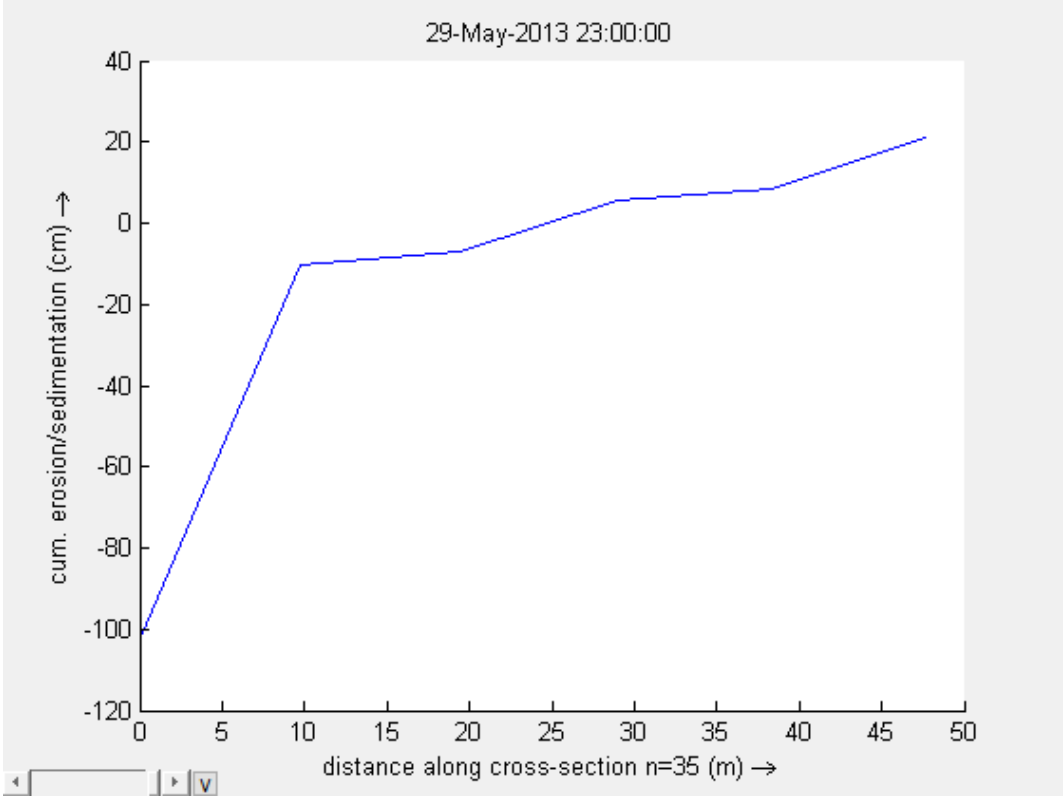
l. *Cross-section* 12



m. *Cross-section* 13



n. *Cross-section* 14



BIODATA PENULIS

Denta Agra Sonya lahir di kota Malang, 21 Maret 1995. Penulis telah menempuh Pendidikan formal di kota Malang diantaranya di SDN Madyopuro IV Malang, SMPN 22 Malang, dan SMAN 6 Malang. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan Pendidikan Strata 1 di Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS melalui jalur SBMPTN. Terdaftar sebagai mahasiswa Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS dengan NRP. 4313 100 124. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai kegiatan ORMAWA sebagai staff Departemen Sosial Masyarakat Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan periode 2014/2015, dan staff Departemen Kajian Strategi Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan periode 2015/2016. Penulis juga pernah menjadi anggota kepanitiaan OCEANO dan Surabaya Youth Carnival. Buku Tugas Akhir yang berjudul "*STUDI LAYOUT RENCANA PENAMBAHAN PANJANG DERMAGA JAILOLO UNTUK KAPAL 3000 DWTDENGAN ASPEK HIDRO-OSEANOGRAFI"* telah diselesaikan penulis dalam waktu 1 semester sebagai syarat kelulusan Strata 1 Departemen Teknik Kelautan FTK ITS.

Email : Denta.ags@gmail.com

No Telepon : +62 85 785 372 191