

TUGAS AKHIR - MO 141326

ANALISA PENANGGULANGAN SEDIMENTASI DENGAN METODE *SAND BYPASSING* STUDI KASUS TERMINAL DOMESTIK PT TPS

ILHAM INDRAPRAJA ISKANDAR

NRP. 0431114000054

Dosen Pembimbing

Dr. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng

Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR - MO 141326

**ANALISA PENANGGULANGAN SEDIMENTASI
DENGAN METODE *SAND BYPASSING* STUDI KASUS
TERMINAL DOMESTIK PT TPS**

ILHAM INDRAPRAJA ISKANDAR

NRP. 0431114000054

Dosen Pembimbing

Dr. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng

Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

**Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



FINAL PROJECT - MO 141326

**SEDIMENTATION MITIGATION ANALYSIS WITH SAND
BYPASSING METHOD CASE STUDY DOMESTIC
TERMINAL PT TPS**

ILHAM INDRAPRAJA ISKANDAR

NRP. 0431114000054

Supervisor

Dr. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng

Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT

**Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENANGGULANGAN SEDIMENTASI DENGAN
METODE *SAND BYPASSING* STUDI KASUS TERMINAL
DOMESTIK PT TPS**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Progran Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ILHAM INDRAPRAJA ISKANDAR

NRP. 04311140000054

Disetujui oleh pembimbing dan penguji tugas akhir

Dr. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng

(Pembimbing 1)

Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

(Pembimbing 2)

Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

(Penguji 1)

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D

(Penguji 2)

SURABAYA, JULI 2018

**ANALISA PENANGGULANGAN SEDIMENTASI DENGAN METODE SAND
BYPASSING STUDI KASUS TERMINAL DOMESTIK PT TPS**

Nama Mahasiswa : Ilham Indrapraja Iskandar
NRP : 04311140000054
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Dr. Kriyo Sambodho, ST, M.Eng
Dr.Eng., M.Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Indonesia sebagai Negara kepulauan memiliki banyak pelabuhan, salah satunya pelabuhan Tanjung Perak. Pelabuhan Tanjung Perak merupakan pelabuhan utama Indonesia timur yang letaknya sebelah utara dari Kota Surabaya di pulau Jawa. Pelabuhan ini terletak di selat Surabaya yang menghubungkan laut Jawa ke selat Madura. Pada kawasan Tanjung Perak terdapat dermaga yang di kelola oleh PT Terminal Petikemas Surabaya (TPS). Dermaga PT TPS di bagi menjadi dua yaitu terminal domestik dan terminal internasional. Laju sedimen pada PT TPS sebesar 0.01372 m/hari pada tanggal 18 Agustus 2016 sampai dengan 5 Oktober 2016.jumlah sedimen yang dapat diambil dengan system sand bypassing mencapai 1075,425 m³/hari. Harga untuk setiap sedimen yang dikeruk mencapai Rp 310830 per m³

Kata Kunci : Tanjung Perak, PT TPS, *sand bypassing*

**SEDIMENTATION MITIGATION ANALYSIS WITH SAND BYPASSING
METHOD CASE STUDY DOMESTIC TERMINAL PT TPS**

Name of Student : Ilham Indrapraja Iskandar
Reg. Number : 04311140000054
Departement : Ocean Enggineering
Supervisor : Dr. Kriyo Sambodho, ST, M.Eng
Dr.Eng., M.Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Indonesia as an archipelago has many ports, one of which is Tanjung Perak port. Port of Tanjung Perak is the main port of eastern Indonesia which is located north of Surabaya on Java island. This port is located in the Surabaya strait connecting the Java Sea to the Madura Strait. In Tanjung Perak area there is a pier which is managed by PT Terminal Petikemas Surabaya (TPS). PT TPS jetty is divided into two, namely domestic terminal and international terminal. Sediment rate at PT TPS is 0.01372 m/day on August 18, 2016 to October 5, 2016. the amount of sediment that can be taken with the sand bypassing system reaches 1075,425 m³/day. The price for each of the dredged sediments reaches Rp 310830 per m³

Key Word : Tanjung Perak, PT TPS, sand bypassing

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. Berkat limpahan dan rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas Tugas Akhir yang berjudul “ Analisa Penanggulangan Sedimentasi dengan Metode *Sand Bypassing* Studi Kasus Terminal Domestik PT TPS”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Sarjana (S-1) penulis di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis tidak memungkiri jika terdapat kekurangan baik yang sengaja maupun tidak di sengaja. Maka dari itu penulis mengharapkan adanya saran dan masukan yang membangun untuk Tugas Akhir ini.

Surabaya, Mei 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji hanya milik Allah SWT. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. Berkat limpahan dan rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas tulisan ini. Pada kesempatan ini ijinkalah penulis untuk berterima kasih kepada bapak Dr. Kriyo Sambodho, ST, M.Eng dan bapak Dr.Eng., M.Zikra, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing pertama dan kedua. Tak lupa penulis berterimakasih kepada kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang selalu mendukung dan memberikan doa terbaik bagi penulis. Selain itu penulis berterima kasih kepada teman-teman yang mengingatkan dan memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Dan tanpa dosen dan karyawan penulis belum tentu menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Sedimen.....	6
2.2.2 Pergerakan Angkutan Sedimen.....	6
2.2.3 Distribusi Ukuran Sedimen.....	7
2.2.4 Sifat-sifat Sedimen.....	9
2.2.5 Transportasi Sedimen.....	10
2.2.6 Konsep Penanggulangan Sedimentasi.....	11
2.2.7. Pengerukan (<i>Dredging</i>).....	13
2.2.8 Pasang Surut.....	16
2.2.9 Batimetri.....	16
2.2.10. Pertimbangan Umum.....	17
2.2.11. Pompa Sentrifugal.....	19
2.2.10. Perhitungan Head Pompa.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29

3.2 Penjelasan metodologi penelitian	30
BAB IV PEMBAHASAN	31
4.1 Pengumpulan data	31
4.2 Perencanaan Tahapan Pengerukan	34
4.3 Desain sand by passing	35
4.4 Analisa Kinerja Kapal Keruk.....	37
4.3 Anggaran dana.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 citra satelit dermaga PT TPS	1
Gambar 1.2 ilustrasi sistem sand bypassing	2
Gambar 1.3 contoh struktur yang dapat menompang fixed system.....	2
Gambar 1.4 contoh sand bypassing land based mobile system.....	3
Gambar 2.1 Struktur Penahan Transpor Sedimen, Groin	12
Gambar 2.2 Desain Transverse Dikes di Sungai	13
Gambar 2.3 Dredging dengan Menggunakan Metode Clamshell	13
Gambar 2.4 Proses Pengerukan	15
Gambar 2.5 Diagram <i>Moody</i>	25
Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan.....	29
Gambar 4.1 Kontur hasil sounding tanggal 18 Agustus 2016 dan 5 oktober 2016	31
Gambar 4.2 Kontur sedimentasi dan erosi.	32
Gambar 4.3 Slope -10 dengan kemiringan 1:10.....	33
Gambar 4.5 Potongan memanjang c	34
Gambar 4.6 kapal dredging damen cutter suction dredger 450.....	36
Gambar 4.7 lokasi penampungan sementara sedimen	36
Gambar 4.8 Gambaran Sistem CSD	37
Gambar 4.9 Diagram <i>Moody</i>	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengeluaran per tahun	5
Tabel 2.2 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen (Triatmodjo, 1999).....	8
Tabel 2.3 Kemampuan Kapal Keruk	18
Tabel 4.1 Hasil numerik perbedaan dua kontur.....	31
Tabel 4.2 Rata-rata pendangkalan dalam satuan m selama dua bulan.....	32
Tabel 4.3 <i>Sedimen</i> yang diangkut.....	45
Tabel 4.4 Anggaran membangun system sand bypassing.....	45
Tabel 4.5 anggaran gaji pegawai per bulan.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

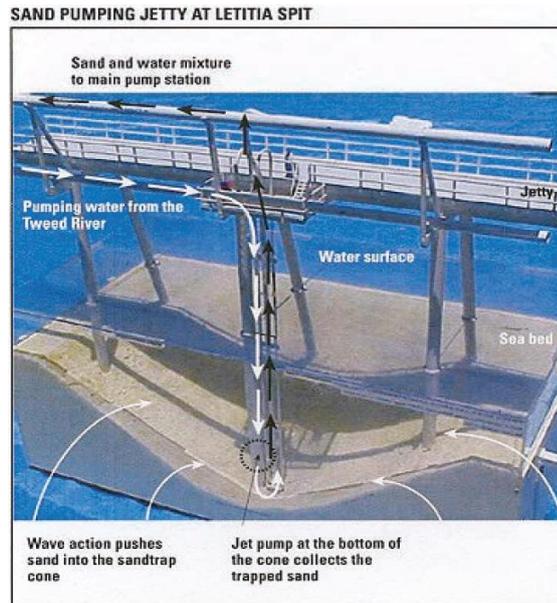
1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai Negara kepulauan memiliki banyak pelabuhan, salah satunya pelabuhan Tanjung Perak. Pelabuhan Tanjung Perak merupakan pelabuhan utama Indonesia timur yang letaknya sebelah utara dari Kota Surabaya di pulau Jawa. Pelabuhan ini terletak di selat Surabaya yang menghubungkan laut Jawa ke selat Madura. Pada kawasan Tanjung Perak terdapat dermaga yang di kelola oleh PT Terminal Petikemas Surabaya (TPS). Dermaga PT TPS di bagi menjadi dua yaitu terminal domestik dan terminal internasional.



Gambar 1.1 citra satelit dermaga PT TPS (sumber Google earth, 2017)

Seperti dermaga pada umumnya dermaga PT TPS mengalami sedimentasi tiap tahun. Tidak sedikit dana dan waktu untuk melakukan dredging atau pengerukan untuk mempertahankan kedalaman agar sesuai dengan draft kapal yang keluar masuk dermaga baik pada terminal domestik maupun terminal internasional.



Gambar 1.2 Ilustrasi sistem sand bypassing (sumber : Boswood, 2001)

Sand bypassing banyak di bangun di Amerika Serikat dan Australia. Saat ini ada tiga macam sand bypassing yaitu *water based mobile system*, *land based mobile system*, dan *fixed system*. Untuk *water based mobile system* menggunakan kapal keruk untuk mengambil pasir, sedangkan untuk *land based mobile system* menggunakan alat keruk (*backhoe*) atau pompa yang dipasang di atas trailer, jika *fixed system* di butuhkan sebuah struktur untuk menompang pipa dan pompa.



Gambar 1.3 contoh struktur yang dapat menompang *fixed system*(sumber : Boswood, 2001)



Gambar 1.4 contoh sand bypassing land based mobile system (sumber : Boswood, 2001)

1.2 Rumusan Masalah

- Desain lokasi intake dan output sistem sand bypassing untuk dermaga PT TPS ? (penempatan lokasi pengambilan, kapasitas pompa, dan lokasi pembuangan)
- Biaya yang dibutuhkan untuk membuat *sand bypassing*?

1.3 Tujuan

- Menentukan desain *system sand bypassing* yang sesuai dengan dermaga PT TPS
- Mengetahui keluaran biaya untuk membangun *system sand bypassing*

1.4 Manfaat

Dari penelitian ini di harapkan baik penulis dan pembaca dapat mengerti kinerja sistem sand bypassing dan dapat merencanakan desain system sand bypassing

1.5 Batasan Masalah

- a. Tempat yang digunakan adalah dermaga PT TPS Surabaya.
- b. Tidak memperhatikan dampak sosial.
- c. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari divisi engineering PT TPS :
 - pengukuran kedalaman kolam labuh secara periodik
 - data pasang surut di lokasi studi
 - data pengukuran arus dan sedimentasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

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 berkaitan dengan sedimen transport ini. Pengetahuan mengenai sedimen transport ini berguna untuk memperkirakan kecepatan dan jumlah transport sedimen. Secara garis besar ada dua jenis sedimen yang ditransportasikan, yaitu *cohesive* dan *non-cohesive*. Transport sedimen kohesif sering diistilahkan menjadi *Suspended Load Transport* karena kebanyakan sifatnya melayang di air, sementara transport sedimen non-kohesif sering disebut dengan *Bed Load Transport*. Pada beberapa literatur sering disebut *Littoral transport* untuk *Bed Load Transport* dan *Mud Transport* untuk *Suspended Load Transport* (Pratikto, 1997).

Berdasarkan data pada tahun 1997 sistem sand bypassing telah digunakan di 53 negara pada seluruh dunia. Negara Amerika Serikat menjadi penyumbang terbanyak dengan 35 sistem sand by passing. Negara bagian florida menjadi Negara bagian terbanyak yang mempunyai sistem ini dengan 15 sistem. (Boswood dan Murray, 2001)

Berikut laporan pengeluaran pertahun laporan sistem yang telah di pasang di sungai Nerang, Queensland, Australia .

Tabel 2.1 pengeluaran per tahun (sumber : Boswood, 2001)

Tahun	92/93	93/94	94/95	95/96
Listrik \$ AUS	140,200	241,000	221,847	154,421
Gaji pegawai (\$ AUS)	102,800	95,700	104,054	119,573
Perbaikan berkala (\$ AUS)	318,800	266,200	360,544	397,438
Total biaya (\$ AUS)	516,800	602,900	686,445	671,432
Sedimen dipindahkan (M ³)	286,974	569,013	570,293	408,917
Kwh (\$ AUS)	1,608,946	2,434,098	2,250,130	1,566,335
Kwh/ M ³ (\$ AUS)	5.61	4.28	3.95	3.83

Jam operasi (\$ AUS)	1210	1642	1518	1117
M ³ /jam (\$ AUS)	237	347	376	366
\$/ M ³ (\$ AUS)	1.95	1.06	1.20	1.64

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sedimen

Sedimen adalah proses pengendapan suatu material yang terkait oleh aliran dari bagian hulu akibat erosi (Triadmodjo, 1999). Media pengendapan pada proses sedimentasi bermacam-macam. Sedimentasi dapat melalui media air, angin dan es. Hasil sedimentasi dengan media air (air Sungai) dapat berupa delta yang terdapat di ujung hilir Sungai, hasil sedimentasi dengan media angin dapat berupa kumpulan atau gundukan pasir yang terdapat di gurun pasir, juga berada di tepi pantai sedangkan hasil sedimentasi dengan media es dapat berupa glistier.

Sedimentasi terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan pantai. Proses sedimentasi berlangsung terus selama suplai muatan sedimentasi yang banyak dari daratan masih terus terjadi. Sedimen transport berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Erosi yang tidak diinginkan pada bangunan pantai, abrasi garis pantai, pengendapan sedimen/pelumpuran pada muara adalah beberapa contoh permasalahan yang berkaitan dengan sedimen transport. Pengetahuan mengenai sedimen transport 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 (Suntoyo, 2015).

2.2.2 Pergerakan Angkutan Sedimen

Sedimen dapat berada di berbagai lokasi dalam aliran, tergantung pada keseimbangan antara kecepatan ke alas pada partikel (gaya tarik dan gaya angkat) dan kecepatan pengendapan partikel. Ada 3 (tiga) macam pergerakan angkutan sedimen yaitu diantaranya (Suntoyo, 2015):

1. *Bed Load Transport*

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

2. *Wash Load Transport*

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran Sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, dapat juga mengendap pada aliran yang tenang maupun pada air yang tergenang. Sumber utama dari *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran Sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong pada material tersebut.

3. *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 di atas dasar Sungai, karena selalu didorong ke atas 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 ke arah permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

2.2.3 Distribusi Ukuran Sedimen

Distribusi ukuran butir merupakan salah satu sifat paling penting. Distribusi ukuran butir sedimen tersebut dapat mempengaruhi proses transport sediment sehingga akan mempengaruhi besar kecilnya kemungkinan erosi atau abrasi. Berdasarkan ukuran butir, sedimen dapat diklasifikasikan menjadi lempung,

lumpur, pasir, kerikil, koral, dan batu. Distribusi ukuran butir dianalisis dengan saringan dan direpresentasikan dalam bentuk kurva presentasi berat kumulatif. Untuk mengukur derajat penyebaran ukuran butiran terhadap nilai rerata sering digunakan koefisien S_0 yang didefinisikan sebagai rumus berikut ini:

$$S_0 = \sqrt{\frac{D_{75}}{D_{25}}} \quad (2.1)$$

Dengan D_p merupakan ukuran dimana $p\%$ dari berat sampel lebih halus dari diameter butir tersebut. Apabila $1,0 \leq S_0 \leq 1,5$ ukuran butir pasir seragam, untuk $1,5 \leq S_0 \leq 2,0$ penyebaran ukuran pasir sedang, sementara untuk $2,0 \leq S_0$ berarti gradasi ukuran pasir bervariasi (Triatmodjo, 1999).

Tabel 2.2 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen (Triatmodjo, 1999)

Klasifikasi		Diameter Partikel	
		mm	Satuan phi
Batu		256	-8
Cobble		128	-7
Koral (Pebble)	Besar	64	-6
	Sedang	32	-5
	Kecil	16	-4
	Sangat kecil	8	-3
Kerikil		4	-2
Pasir	Sangat kasar	2	-1
	Kasar	1	0
	Sedang	0,5	1
	Halus	0,25	2
	Sangat halus	0,125	3
Lumpur	Kasar	0,063	4
	Sedang	0,031	5
	Halus	0,015	6
	Sangat halus	0,0075	7

Lempung	Kasar	0,0037	8
	Sedang	0,0018	10
	Halus	0,0009	11
	Sangat halus	0,0005	12
		0,0003	

Ukuran partikel juga menunjukkan proses pengangkutan dan pengendapan material, misalnya kemampuan air atau angin untuk memindahkan partikel. Ukuran partikel sangat penting dalam menentukan tingkat pengangkutan sedimen ukuran tertentu dan tempat sedimen tersebut terakumulasi di laut (Wahyuni, 2014).

2.2.4 Sifat-sifat Sedimen

Selain dari pergerakan sedimen tersebut juga sangat penting untuk mengetahui sifat-sifat dari sedimen itu sendiri. Sifat yang dimaksud adalah ukuran partikel dan distribusi sedimen, rapat massa, kecepatan endap, bentuk, dan tahanan terhadap erosi, dan sebagainya (Triadmodjo, 1999). Berikut ini adalah sedikit penjelasan dari sifat-sifat sedimen:

a. Ukuran partikel sedimen

Ukuran partikel sedimen dapat mempengaruhi besar atau kecilnya kemungkinan sedimen tersebut dapat mengalami erosi atau abrasi. Sehingga akan mempengaruhi terhadap proses transport sedimen. Sedimen berdasarkan ukuran butir dapat diklasifikasikan menjadi lempung lumpur, pasir, kerikil, koral, dan batu. Material sangat halus seperti lumpur dan lempung yang merupakan sedimen kohesif.

b. Rapat massa

Rapat massa adalah massa tiap satuan volume. Rapat massa sendiri mempunyai korelasi antara berat jenis dengan persamaan:

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (2.2)$$

dimana persamaan ini merupakan fungsi dari komposisi mineral. Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan dan konsentrasi konsolidasi endapan yang dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Di samping itu juga ada rapat relative yang merupakan perbandingan antara rapat

massa suatu zat dengan rapat massa air 4°. Rapat massa air pada temperatur tersebut yakni 1000 kg/m³ (Wicaksono, 2014).

c. Kecepatan endap

Kecepatan endap merupakan kecepatan yang diperlukan oleh partikel sedimen untuk dapat terdeposisi di dasar Sungai. Konsentrasi sangat mempengaruhi kecepatan endap, semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula kecepatan endapnya. Untuk sedimen non kohesif, kecepatan endap dihitung dengan rumus stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Untuk sedimen jenis ini kecepatan endap dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti salinitas, konsentrasi sedimen suspensi dan diameter partikel. Konsentrasi sedimen suspensi merupakan parameter paling penting dalam proses 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

2.2.5 Transportasi Sedimen

Transpor sedimen pantai adalah gerak sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh arus yang ditimbulkan oleh gelombang (Triatmodjo, 1999). Daerah yang dipengaruhi oleh transpor sedimen adalah antara garis pantai hingga diluar daerah gelombang pecah. Menurut Triatmodjo (1999), transpor sedimen pantai dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a. *Onshore-off-shore transport*, transpor sedimen menuju dan meninggalkan pantai. Posisi aliran cenderung tegak lurus dengan garis pantai.
- b. *Longshore transport*, transpor sedimen sepanjang pantai. Posisi aliran cenderung mengikuti kontur garis pantai.

Menurut Van Rijn (1993) transpor sedimen di daerah pantai dipengaruhi oleh kombinasi faktor hidrodinamik seperti angin, gelombang, dan arus. Sedangkan pendapat Triatmodjo (1999) transpor sedimen secara fisik dipengaruhi oleh interaksi-interaksi antara pasang surut, angin, arus, gelombang, jenis dan ukuran sedimen, serta adanya bangunan di daerah pantai.

Tahapan proses transpor sedimen dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Material kohesiv teraduk dari dasar hingga tersuspensi, atau terangkutnya material sedimen non-kohesif dari dasar laut
- b. Perpindahan material secara horizontal
- c. Jatuhnya/pengendapan kembali material sedimen
- d. Dan masing-masing tahapan tergantung pada gerakan air dan karakteristik sedimen yang terangkut. Pada daerah pesisir, transpor sedimen terjadi akibat kombinasi energi gelombang dan arus. Gelombang lebih bersifat mengangkat material dan mengaduknya, sedangkan arus lebih bersifat memindahkan material ke tempat lain. Hal ini juga bisa terjadi sebaliknya (Pratikto, A., & Suntoyo, 1996)

Sedimen yang ditranspor dapat berupa *Bed Load* yaitu sedimen yang menggelinding atau bergeser di dasar laut (umumnya pasir) dan sedimen yang melayang untuk *Suspended Load* (umumnya lumpur dan lempung). *Suspended Load* terjadi saat kecepatan partikel secara horizontal lebih besar daripada kecepatan endap partikel sehingga partikel sedimen terangkat mengikuti aliran turbulensi dan sulit untuk jatuh/ mengendap. Sedangkan *Bed Load* terjadi saat kecepatan partikel secara horizontal lebih kecil daripada kecepatan endap partikel (Rijn, 1993).

Dari percobaan yang Van Rijn (1993) lakukan dapat diketahui bahwa konsentrasi sedimen yang ditranspor terhadap kedalaman adalah semakin dalam, semakin besar. Sedangkan kecepatan transpor sedimen semakin dalam adalah semakin kecil.

2.2.6 Konsep Penanggulangan Sedimentasi

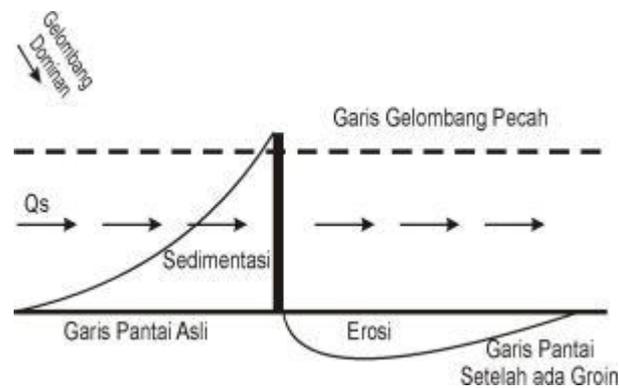
Dalam menganalisa dinamika penanggulangan sedimentasi yang terjadi pada sebuah kanal terlebih dahulu harus diperkirakan dari mana datangnya sedimen (Hakim, 2010). Ada beberapa bentuk rekayasa yang digunakan dalam penanggulangan sedimentasi yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan, tata letak, kondisi arus, dan tipe sedimen. Menurut McAnally (2004), penanggulangan sedimentasi dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

2.2.6.1. Metode dengan Menahan Aliran Sedimen

Merupakan metode yang digunakan untuk mencegah agar sedimen tidak dapat mengalir. Metode ini dilakukan dengan cara:

- Menstabilkan sumber sedimen
- Membelokkan arah aliran sedimentasi
- Pemasangan perangkat sedimen (*Sediment Trapper*)

Membelokkan arah aliran sedimentasi dilakukan dengan cara membuat struktur rekayasa penahan transpor sedimen di daerah pantai. Di salah satu sisi struktur penahan akan menjadi titik konsentrasi pengendapan sedimen, dan di sisi lain akan terjadi erosi. Ini terjadi saat posisi struktur arahnya tegak lurus atau hampir tegak lurus terhadap arah aliran transpor sedimen, sehingga material sedimen yang terangkut di sisi yang menghadap langsung ke arah aliran akan tertahan dan mengendap karena kecepatannya menurun. Sedangkan pada sisi yang lain akan terjadi pembelokkan aliran dan material sedimen akan diteruskan serta ada yang tererosi.



Gambar 2.1 Struktur Penahan Transpor Sedimen, Groin (Triatmodjo, 1999)

2.2.6.2. Metode dengan Menjaga Sedimen Tetap Mengalir

Konsep dari metode ini adalah dengan menjaga sedimen tetap bergerak di dalam aliran air ketika melewati sebuah pelabuhan atau muara sungai. Metode ini dilakukan dengan cara:

- Dibuat struktur yang dapat menjaga kecepatan aliran arus.
- Struktur didesain agar mampu meningkatkan gaya geser (*Drag Force*) aliran air untuk menggerakkan material kasar yang berada di dasar.

- Mendesain peralatan yang dapat menjaga pergerakan sedimen agar tidak terendap.



Gambar 2.2 Desain Transverse Dikes di Sungai (Hakim, 2010)

2.2.6.3. Metode Pembersihan Endapan Sedimen

Metode ini dilakukan dengan cara mengeruk (*Dredging*) sedimen secara langsung, atau dengan melakukan pengadukan sedimen (*Agitation*), sehingga sedimen yang mengendap dapat bercampur kembali dan terangkut oleh aliran air. Pengerukan dinilai lebih efektif daripada pengadukan karena dalam melakukan pengadukan dibutuhkan arus yang cukup kuat untuk mengangkat kembali material sedimen.



Gambar 2.3 Dredging dengan Menggunakan Metode Clamshell (Hakim, 2010)

2.2.7. Pengerukan (*Dredging*)

Pengerukan (*Dredging*) adalah mengambil tanah atau material dari lokasi di dasar air, perairan dangkal seperti danau, sungai, muara ataupun laut dangkal, dan memindahkan atau membuangnya ke lokasi lain (Yuwono, endro, dan Sabaruddin,

2014). Sedangkan menurut Mahendra (2014) merupakan bagian dari ilmu sipil, yang memiliki pengertian pemindahan material dari dasar bawah air dengan menggunakan peralatan keruk atau setiap kegiatan yang merubah konfigurasi dasar atau kedalaman perairan seperti laut, sungai, danau, pantai ataupun daratan sehingga mencapai elevasi tertentu dengan menggunakan peralatan kapal keruk.

Secara teknis, pengerukan itu adalah merelokasi sedimen bawah air untuk pembangunan dan pemeliharaan saluran air, tanggul dan prasarana transportasi laut, serta untuk perbaikan tanah atau reklamasi. Jadi pada gilirannya nanti, pengerukan itu juga menopang pembangunan dan pengembangan sosial, ekonomi dan restorasi lingkungan. Pekerjaan pengerukan itu sendiri untuk pembangunan yang berkelanjutan, seperti proyek-proyek infrastruktur yang menggunakan pendekatan holistik, artinya pekerjaan tersebut tidak dapat dipisahkan dengan pekerjaan lainnya dan merupakan satu kesatuan yang utuh serta saling keterkaitan.

2.2.7.1. Tipe-tipe Pengerukan

Menurut Eisma (2006) secara garis besar pengerukan dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

- Pengerukan Awal (*Capital Dredging*)

Capital Dredging dilakukan pada tipe tanah yang telah lama mengendap. Pengerukan jenis ini biasanya digunakan dalam pengerjaan pelabuhan, alur pelayaran, waduk, atau area yang akan digunakan sebagai industri.

- Pengerukan Perawatan (*Maintenance Dredging*)

Maintenance Dredging dilakukan pada tipe tanah yang belum lama mengendap. Pengerukan ini dilakukan untuk membersihkan *siltation* yang terjadi secara alami. Pengerukan ini biasanya diterapkan pada perawatan alur pelayaran dan pelabuhan.

- Pengerukan Ulang (*Remedial Dredging*)

Remedial Dredging dilakukan pada wilayah yang telah dikeruk namun mengalami kesalahan. Kesalahan ini biasanya berupa kesalahan kedalaman pengerukan.

2.2.7.2. Proses Pengerukan

Menurut Bray dan Cohen (2010) pada umumnya proses pengerukan dilakukan dalam 4 tahapan yaitu:

- Penggalian (*Excavation*)
- Transport Vertikal (*Vertical Transport*)
- Transport Horizontal (*Horizontal Transport*)
- Pembuangan atau penggunaan material kerukan

Sedangkan menurut Salim (1997) pekerjaan pengerukan secara garis besar dapat dibagi dalam 3 proses utama yaitu penggalian, pengangkutan, dan pembuangan. Masing-masing proses ini dibantu oleh kapal dalam pengerjaannya.

Berikut adalah bagan proses beserta kapal yang dipakai.



Gambar 2.4 Proses Pengerukan

(sumber : Salim, 1997)

2.2.7.3. Tujuan Pengerukan

Tujuan pengerukan menurut Bray dan Cohen (2010) meliputi:

- Pelayaran : Untuk membuat atau memperpanjang pelabuhan, untuk memelihara perluasan, perbaikan sarana lalu lintas laut pelabuhan.

- Konstruksi dan Reklamasi : Untuk mendapatkan material bangunan seperti pasir, kerikil, dan tanah liat atau untuk menimbun lahan (dengan material kerukan) sebagai tempat membangun daerah industri, pemukiman, jalan dan lainnya.
- Perbaikan Lingkungan : Untuk menghilangkan atau memulihkan polutan pada saluran air dan meningkatkan kualitas air.
- Pengendali Banjir : Untuk memperbaiki atau memperlancar aliran sungai dengan memperdalam dasar sungai.
- Pertambangan : Untuk memperoleh bahan-bahan tambang seperti mineral dan lainnya.

2.2.8 Pasang Surut

Pasang surut disebabkan oleh gaya gravitasi dari Bulan dan sedikit pengaruh dari Matahari. Gaya tarik menarik antara Matahari, Bulan dan Bumi selalu menyebabkan gerakan relatif, termasuk air laut yang kemudian disebut gerakan pasang surut (CERC, 1984). Ketinggian rentang pasang surut (*tidal range*) sangat berpengaruh terhadap proses dinamika pesisir karena menentukan letak garis kesamaan rentang pasang surut dan garis kesamaan pasangannya yang menjadi penggerak massa air pasang surut. Gerakan massa air ini dapat mempengaruhi sistem penyebaran dan dinamika sedimen Perairan pesisir maupun bentuk delta.

2.2.9 Batimetri

Batimetri merupakan ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai Samudera atau Danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau daratan dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*) dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Peta batimetri sendiri dapat diartikan dengan peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Peta batimetri ini dapat divisualisasikan dalam tampilan 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D). Peta batimetri sangat berguna pada saat melakukan pekerjaan di laut,

seperti perencanaan bangunan pelindung pantai, studi tentang proses morfologi pantai, pembangunan pelabuhan dan lain-lain (Wahyuni, 2014).

2.2.10. Pertimbangan Umum

Sebelum melakukan pengerukan terdapat beberapa pertimbangan yang harus ditinjau terlebih dahulu. Pertimbangan ini bertujuan untuk menentukan pemilihan jenis kapal keruk yang akan digunakan dalam suatu pekerjaan proyek pengerukan. Sehingga pekerjaan pengerukan ini dapat dikerjakan secara efektif dan efisien baik dari segi waktu maupun biaya. Adapun pertimbangan tersebut meliputi:

- **Kondisi area keruk**

Kondisi area keruk sangat mempengaruhi jenis kapal yang akan digunakan. Hal ini dikarenakan kondisi area keruk berpengaruh pada keeluasaan alat dalam beroperasi serta lama waktu pengerjaan

- **Jenis sedimen dasar**

Setiap kapal keruk memiliki kemampuan masing-masing terhadap material yang akan dikeruk. Hal ini dikarenakan tidak semua kapal keruk mampu digunakan untuk segala jenis material keruk. Ada yang mampu mengeruk pasir, lumpur, lempung, dan bebatuan.

- **Perencanaan tahapan pengerukan**

Dalam sebuah pekerjaan pengerukan perlu perencanaan yang matang, termasuk tahapan-tahapan dalam pengerjaannya. Tahapan-tahapan ini meliputi pemilihan kapal keruk, alur pengerukan, alur pembuangan, dan lain-lain.

- **Produktivitas alat keruk**

Tingkat produktivitas alat keruk sangat berpengaruh pada durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan. Hal ini akan sangat berpengaruh juga dengan biaya yang dikeluarkan.

- **Biaya**

Pertimbangan yang paling penting adalah pertimbangan dari segi biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengerukan. Adapun biaya yang harus dikeluarkan adalah biaya mobilisasi-demobilisasi alat, biaya keruk per kubik, jenis alat beserta harga sewa, jumlah ABK dan gajinya, dan lain sebagainya.

Menurut Vlasblom (2003) dalam bukunya yang berjudul *Introduction to Dredging Equipment* terdapat tabel kemampuan kapal keruk berdasarkan beberapa aspek pertimbangan seperti berikut ini:

Tabel 2.3 Kemampuan Kapal Keruk (ilham, 2017)

	<i>Bucket Dredger</i>	<i>Grab Dredger</i>	<i>Backhoe Dredger</i>	<i>Suction Dredger</i>	<i>Cutter dredger</i>	<i>TSHD</i>
Mengeruk material pasir	√	√	√	√	√	√
Mengeruk material <i>clay</i>	√	√	√	√	√	√
Mengeruk material batu	√	-	√	-	√	-
Penambat	√	√	-	√	√	-
Kedalaman keruk maks.	30	>100	20	70	25	100
Akurasi pengerukan	√	-	√	-	√	-
Bekerja di laut lepas	-	√	-	√	-	√
Pembuangan dengan <i>pipeline</i>	-	-	-	√	√	-

2.2.11. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu *impeller* atau lebih yang dilengkapi dengan sudu-sudu, yang dipasang pada poros yang berputar dan diselubungi oleh sebuah rumah (*casing*). Mesin ini biasanya beroperasi dengan kecepatan yang tinggi dan biasanya dihubungkan langsung dengan penggeraknya.

2.2.11.1. Parameter Pemilihan Pompa

Dalam memilih suatu pompa, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan fluida atau material yang akan dipompa. Selain itu diperlukan juga pertimbangan-pertimbangan lain seperti berikut ini :

1. Kapasitas maksimal dan kapasitas minimal
2. Kondisi hisap dan keluar
 - Tinggi hisap dari permukaan hisap ke level pompa
 - Tinggi fluktuasi permukaan air hisap
 - Tekanan yang bekerja pada permukaan air hisap
 - Kondisi pipa hisap

3. Head total pompa

Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi diatas

4. Jenis fluida atau material

Air tawar, air laut, jenis material, jenis ukuran material, temperatur, berat jenis, viskositas, kandungan zat padat, dll.

5. Jumlah pompa

Tergantung kebutuhan dengan pertimbangan ekonomi dan batas kapasitas pompa).

6. Kondisi kerja

Kerja terus menerus, putus-putus, atau berdasarkan jumlah jam kerja.

7. Penggerak (motor listrik, turbin uap, dll)
8. Tempat instalasi

2.2.10. Perhitungan Head Pompa

Head adalah energi mekanik yang terkandung dalam satu satuan berat zat cair yang mengalir. Sedangkan menurut Prasetyo, Santoso, Musriyadi (2014) head adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Secara umum head dirumuskan sebagai berikut:

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z \quad (2.3)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013) Dimana :

P = Tekanan zat cair (kgf/m)

V = Rata-rata kecepatan aliran (m/s)

γ = Berat zat cair persatuan volume (kgf/m³) , Z = Ketinggian (m)

2.2.10.1. Head Statis Pompa

Head statis pompa adalah perbedaan tinggi antara permukaan zat cair pada sisi keluar dengan permukaan zat cair pada sisi hisap (Fadhli, Santoso, Amiadji, 2013).

Head statis pompa dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H_s = Z_2 \pm Z_1 \quad (2.4)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

H_s = Head Statis Pompa (m)

Z₂ = Head statis sisi *discharge* (keluar) (m)

Z₁ = Head statis sisi *suction* (hisap) (m)

Tanda + : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih rendah dari sumbu pompa (*Suction lift*).

Tanda - : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih tinggi dari sumbu pompa (*Suction head*).

2.2.10.2. Head Pressure (Tekanan)

Head *pressure* adalah head yang diperlukan untuk mengatasi suatu tekanan di dalam aliran fluida dari sistem suatu pompa (Fadhli, Santoso, Amiadji, 2013).

Head *pressre* dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} \quad (2.5)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

$P_2 - P_1$ = Beda Tekanan pada kedua permukaan sisi masuk dan keluar

ρ = Berat jenis cairan (kg/m^3)

G = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Apabila sistem pompa bekerja pada kondisi alam terbuka maka tekanan pada saat masuk dan keluar nilainya sama, sehingga $H_p = 0$.

2.2.10.3. Head Velocity (Kecepatan)

Head kecepatan adalah perbedaan antar head kecepatan zat cair pada sisi keluar dengan head kecepatan zat cair pada sisi hisap (Fadhli, Santoso, Amiadji, 2013).

Head kecepatan dapat dinyatakan dengan rumus:

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (2.6)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

V_1 = Kecepatan rata-rata pada posisi hisap (m/s) V_2 =
 Kecepatan rata-rata pada posisi keluar (m/s) g =
 gravitasi bumi (m/s^2)

2.2.10.4. Viskositas *Slurry*

Viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan fluida yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan. Viskositas menjelaskan ketahanan internal fluida untuk mengalir dan mungkin dapat dipikirkan sebagai pengukuran dari pergeseran fluida. Sebagai contoh, viskositas yang tinggi dari magma akan menciptakan statovolcano yang tinggi dan curam, karena tidak dapat mengalir terlalu jauh sebelum mendingin, sedangkan viskositas yang lebih rendah dari lava akan menciptakan volcano yang rendah dan lebar. *Slurry* yang merupakan campuran antara partikel solid dan air juga memiliki viskositas karena termasuk fluida. Menurut Burgess dkk (2002) untuk mencari viskositas *slurry* terlebih dahulu dicari *specific gravity* dari *slurry* itu sendiri dengan persamaan berikut.

$$SG\ Slurry = \frac{S_w}{1 - (1 - S)} \quad (2.7)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

S_w = *Specific gravity* air

C_w = konsentrasi air dalam fluida (%)

S = *Specific gravity* solid

Setelah diketahui *specific gravity* dari *slurry* selanjutnya mencari konsentrasi solid berdasarkan volume dengan persamaan berikut ini.

$$C_v = \frac{S_m - S_w}{S - S_w} \quad (2.8)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

$S_w = \text{Specific gravity air}$

$S_m = \text{Specific gravity slurry}$

$S = \text{Specific gravity solid}$

Selanjutnya cari massa jenis dari *slurry* itu sendiri dengan persamaan berikut

$$\rho_m = S_m \times \rho_w \quad (2.9)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

$\rho_w = \text{massa jenis air (kg/m}^3\text{)}$

$S_m = \text{Specific gravity slurry}$

Kemudian menurut Nayyar (1999) untuk mencari viskositas dinamis *slurry* dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini.

$$\mu_m = (1 + 2,5C_v + 10,05C_v^2 + 0,00273e^{16,6C_v}) \quad (2.10)$$

(Sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

$\mu_w = \text{Viskositas dinamis air (0.001)}$

$C_v = \text{konsentrasi solid berdasarkan volume (\%)}$

Selanjutnya untuk mendapatkan viskositas kinematis dari *slurry* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$v_m = \frac{\mu_m}{\rho_m} \quad (2.11)$$

(Sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

$\mu_m = \text{Viskositas dinamis slurry } \rho_m$

$= \text{massa jenis slurry (kg/m}^3\text{)}$

2.2.10.5. Reynold Number

Reynold number merupakan angka nilai yang menyatakan jenis suatu aliran. Apakah aliran tersebut termasuk aliran laminar, transisi, atau turbulen. Bilangan Reynold dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$Re = V \frac{d}{\nu} \quad (2.12)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

$Re = \text{Reynold Number}$

$V =$ Kecepatan aliran fluida (m/s) d

= diameter pipa yang digunakan (m)

$\nu =$ viskositas kinematis fluida (m²/s)

Adapun jenis-jenis aliran berdasarkan bilangan *Reynold* adalah berikut ini :

- Aliran laminar ($Re < 2100$)

Alirannya teratur, dimana partikel fluidanya bergerak di sepanjang lintasan lurus, sejajar dalam lapisan-lapisan dengan besar kecepatan fluida yang tidak sama. □ Aliran Turbulen ($Re > 4000$)

Partikel-partikel fluida bergerak pada lintasan yang tidak beraturan dan mengakibatkan pertukaran momentum dari suatu bagian fluida ke bagian fluida lainnya

- Aliran transisi ($Re = 2100 - 4000$)

Aliran jenis ini dapat bersifat turbulen ataupun laminar tergantung pada kondisi aliran dan pipa yang digunakan.

2.2.10.6. Head *Mayor Losses*

Head *major losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh panjang pipa yang digunakan. *Major losses* dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$H_{\text{major}} = f \times \left(\frac{L}{D}\right) \times \left(\frac{v^2}{2g}\right) \quad (2.13)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

L = Panjang pipa (m)

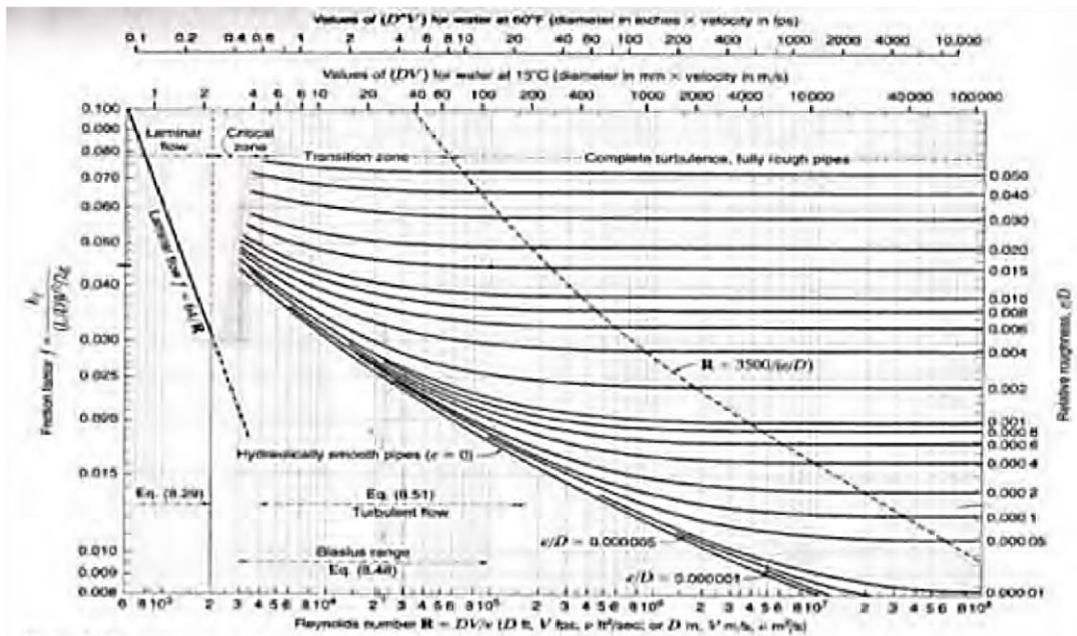
D = Diameter pipa yang digunakan (m)

v = Kecepatan fluida (m/s²)

f = Faktor gesekan pipa (64/Re untuk laminer)

Harga f juga dapat dicari menggunakan diagram *moody*, caranya dengan memasukkan harga Re dan e/D (kekerasan relatif) yang sudah diketahui.

Kemudian menarik garis horizontal dari perpotongan keduanya hingga didapatkan nilai f nya Dimana e = kekerasan rata-rata pipa dan D = diameter pipa. Berikut adalah gambar diagram *moody*.



Gambar 2.5 Diagram *Moody*

(sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

H_I = Head loss total (m)

$H_{I_{\text{mayor}}}$ = *Head loss mayor* (m)

$H_{I_{\text{minor}}}$ = *Head loss minor* (m)

2.2.10.9. Head Total

Head total adalah gabungan antara *static head* (H_s), *pressure head* (H_p), *velocity head* (H_v) dan ditambah head losses (H_I) pada *suction* dan *discharge* pump.

Head total dapat dicari dengan cara berikut ini:

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_I \quad (2.17)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

H_s = Head statis (m)

H_p = Head *pressure* (m)

H_v = Head *velocity* (m)

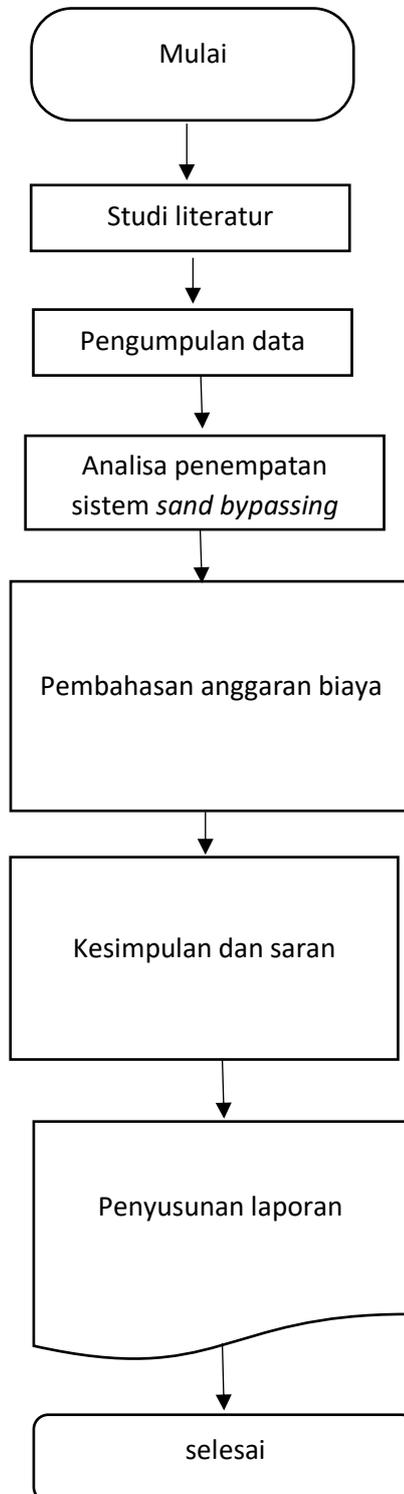
H_I = Head loss total (m)

(halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan

3.2 Penjelasan metodologi penelitian

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan penjelasan terhadap permasalahan pada terminal domestic PT TPS. Tahapan ini dilalui dengan mencari dan mempelajari literatur yang di perlukan seperti buku, jurnal, atau laporan tugas akhir yang relevan permasalahan. Selain itu diperrlukan pengenalan terhadap software Delft3D yang dapat dipelajari dari tutorial.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan sebelum mengerjakan tugas akhir. Data yang diperlukan antara lain bathimetri 2 waktu yang berbeda dan design slope

3. Analisa penempatan *sand bypassing*

Analisa jenis dan penempatan sistem *sand bypassing*

4. Pembahasan Biaya

Pembahasan berisi anggaran biaya untuk pembuatan system dan perawatan per bulan

5. Kesimpulan dan saran

Membuat kesimpulan atas dasar langkah-langkah yang telah dilewati. Beserta saran yang dapat membuat kemajuan dalam bidang penelitian.

6. Penyusunan laporan

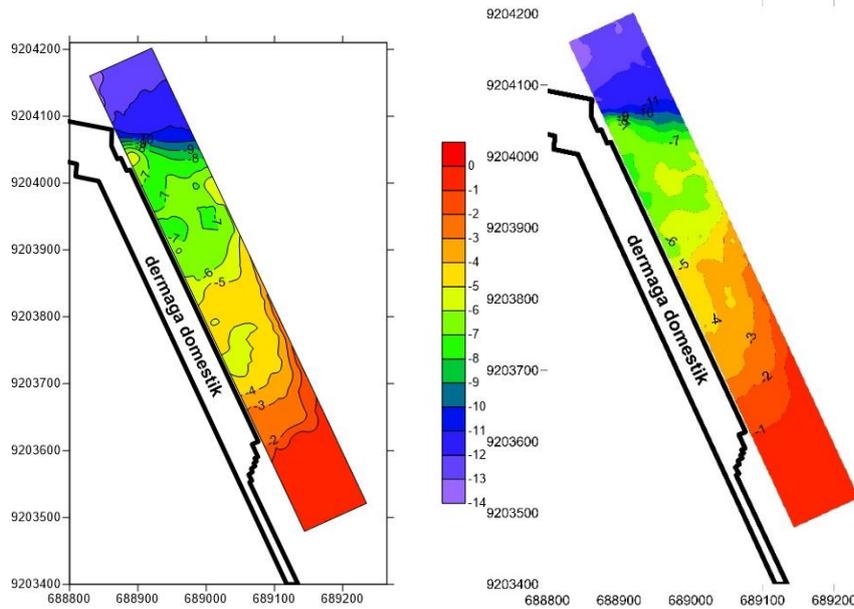
Penulisan laporan meliputi penulisan dari awal sampai saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan data

Data batimetri daerah TPS yang digunakan adalah data hasil sounding yang dilakukan sekala berkala. Berikut kontur hasil sounding pada tanggal 18 Agustus 2016 dan tanggal 5 oktober 2016.



Gambar 4.1 Kontur hasil sounding tanggal 18 Agustus 2016 dan 5 oktober 2016

Secara kasat mata terdapat perbedaan kontur pada hasil dua sounding tersebut lebih jelasnya terdapat bagian yang terkena sedimentasi dan erosi. Dengan menggunakan pemodelan numerik di dapatkan data sedimentasi dan erosi pada table 4.1, Sedangkan pada gambar 4.2 menunjukkan area yang terkena sedimentasi.

Tabel 4.1 Hasil numerik perbedaan dua kontur

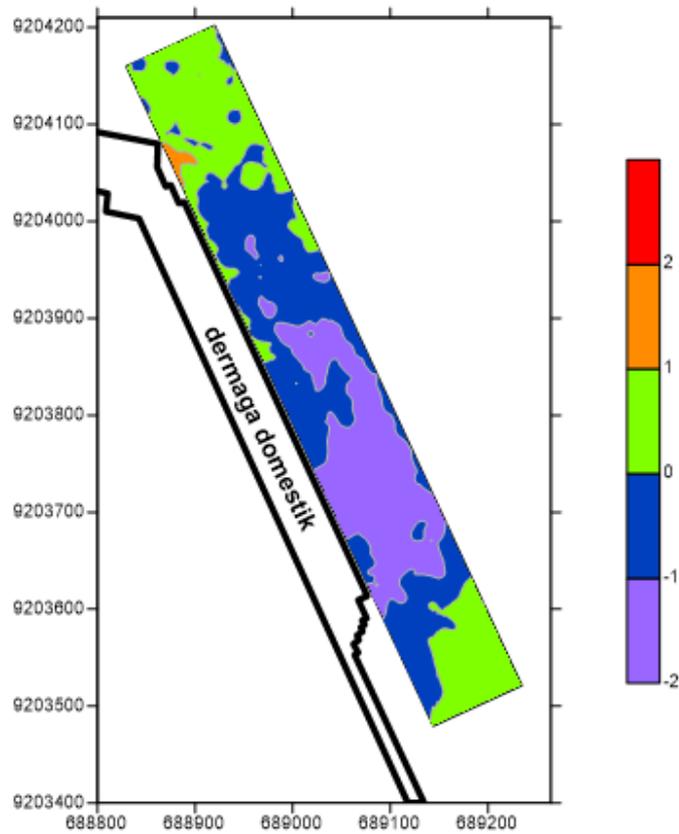
Positive Volume [Cut]:	43017.414921684
Negative Volume [Fill]:	7001.0037570672
Net Volume [Cut-Fill]:	36016.411164617

Dari tabel 4.1 diatas dapat dipastikan laju sedimen pada PT TPS 750.341 m³/hari pada tanggal 18 Agustus 2016 sampai dengan 5 Oktober 2016

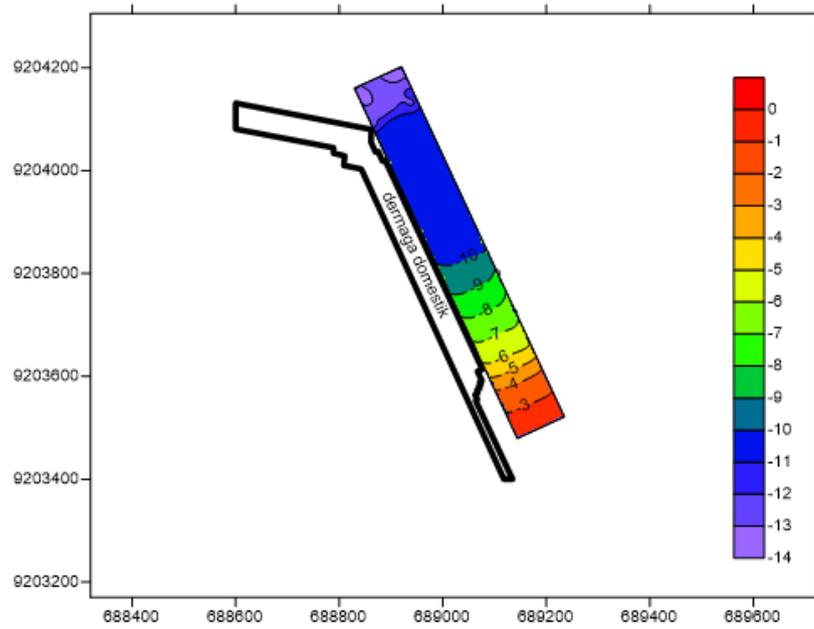
Tabel 4.2 rata-rata pendangkalan dalam satuan m selama dua bulan (negatif mengalami pendangkalan)

	cross 0	cross 50	cross 100	cross 150	cross 200	cross 250	cross 300	cross 350	cross 400	cross 450
rata-rata pendangkalan	-1	-1.3	-1.5	-1.3	-0.8	-0.9	-0.7	-0.5	-0.4	0.01

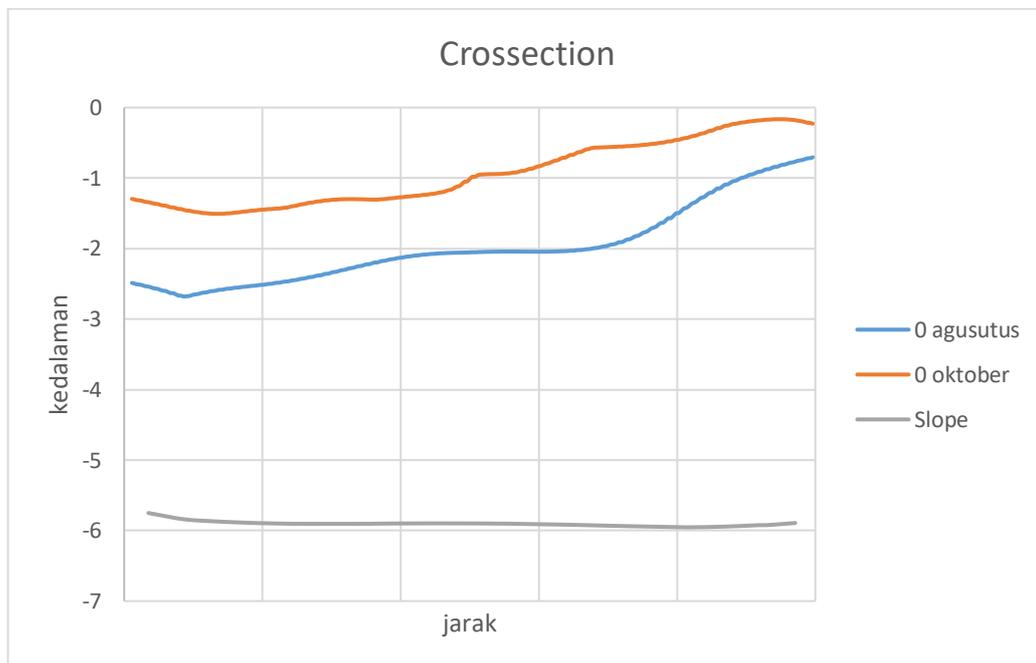
Berdasarkan tabel 4.2 dapat disimpulkan laju pendangkalan kolam dermaga domestik sebesar 0.01372 m/hari



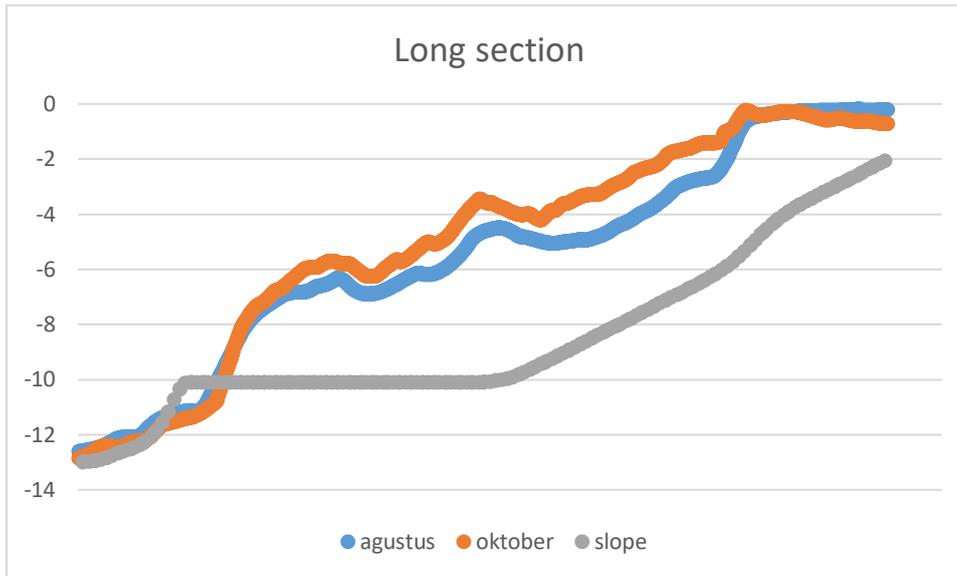
Gambar 4.2 Kontur sedimentasi dan erosi.



Gambar 4.3 Slope -10 dengan kemiringan 1:10



Gambar 4.4 Potongan melintang pada 0 meter



Gambar 4.5 Potongan memanjang c

Terlihat pada gambar 4.4 dan 4.5 yang berisi potongan melintang dan memanjang adanya sedimentasi pada terminal domestik PT TPS. Sedangkan untuk gambar 4.3 adalah desain slope terminal domestik dengan kedalaman 10 meter dan kemiringan 1:10.

4.2 Perencanaan Tahapan Pengerukan

Perencanaan tahapan-tahapan pengerukan. Adapun tahapan-tahapan pengerukan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- Kapal keruk ditempatkan pada 0 meter dermaga domestik
- Kapal keruk didatangkan ke lokasi melalui akses laut dengan dibantu *oleh kapal tunda*
- Kapal keruk yang sudah sampai di lokasi kemudian di rakit dan di install ke dermaga domestik
- Pengerukan dimulai dari area 0 dermaga samapai -200 dermaga
- Untuk menjaga stabilitas kapal keruk maka kapal keruk di tambatkan pada tiangtiang penahan yang dipasang di dermaga domesik. Penambatan dilakukan dengan menggunakan sling (tali baja)

- Kapal keruk bergerak menghisap lumpur dari area dermaga domestik yang kemudian disalurkan melalui pipa ke *hopper* yang berlabuh di kolam labuh dengan jarak ± 850 m dari kapal keruk. Proses ini akan berlanjut sampai kapal keruk selesai mengeruk seluruh area pengerukan
- Hasil pengerukan di salurkan melalui sisem perpipaan menuju tempat penimbunan sementara di depan lapangan penumpukan container lalu diangkut dengan truk dibantu loader di buang ke tempat penimbunan akhir
- Setelah muatan dibuang truk kembali menuju area pengerukan untuk dilakukan pengisian ulang.

4.3 Desain sand by passing

Sistem sand by passing akan di letakkan pada terminal domestik pada 0 meter sepanjang 100 meter melintang kearah laut. Penempatan pada tempat ini tidak mengganggu proses bongkar muat kapal. Jika di butuhkan system ini akan bergerak kearah laut lepas.

Desain system *bypassing* menggunakan kapal dredging damen cutter suction dredger 450 dengan spesifikasi sebagai berikut :

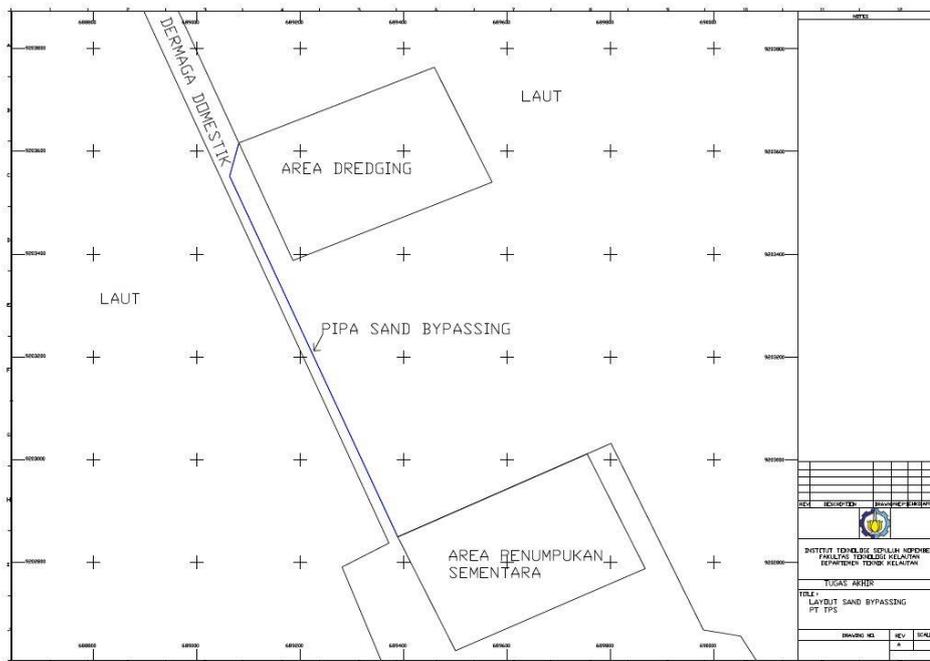
LOA termasuk <i>ladder</i>	: 33,15 m
Panjang ponton	: 22.5 m
Lebar	: 6.95 m
Sarat air	: 1.15 m
Berat	: 115 ton
Maksimal kedalaman dredging	: -14 m

Kapasitas pompa : 3000 m³/h



Gambar 4.6 kapal dredging damen cutter suction dredger 450

Dari kapal sedimen langsung dikirim menuju daratan melalui pipa sepanjang 1 km. Pada 400 meter pertama di sediakan pompa untuk menjaga tekanan. Sedimen akan dibiarkan pada tempat penampungan sementara sekaligus memisahkan air dan sedimen.



Gambar 4.7 desain sand bypassing

Pada penampungan sementara ditempatkan 1 unit *wheel loader* dan 5 unit truk untuk mengangkut sedimentasi menuju pembuangan akhir. Opsi dari pembuangan akhir ada di sekitar daerah yang akan di reklamasi seperti pantai timur Surabaya, daerah Juanda, teluk lamong, dan daerah kali miring kabupaten Gresik. Selain itu pembuangan ke ngoro Mojokerto sebagai bekas tambang pasir merupakan opsi terakhir sebelum di masukkan ke alur pelayaran barat (karang jamuang).

4.4 Analisa Kinerja Kapal Keruk

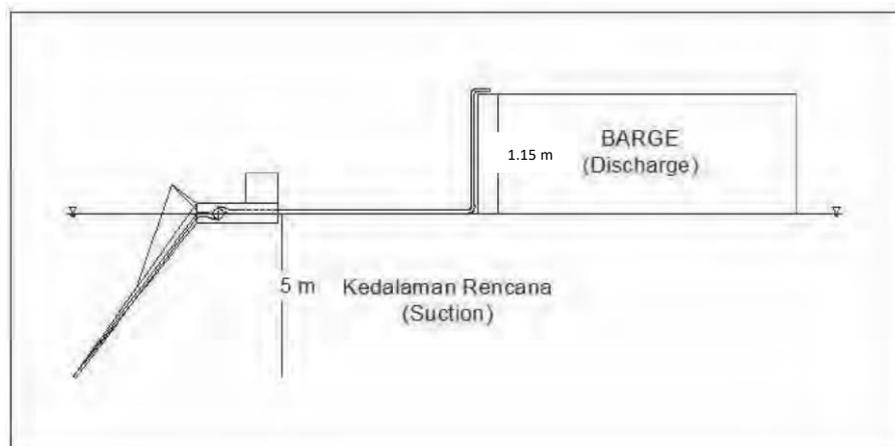
Analisa kinerja kapal keruk dilakukan untuk mengetahui kemampuan yang dimiliki oleh kapal kerja tersebut ketika beroperasi dilapangan. Kedua metode pengerukan ini merupakan metode pengerukan jenis *suction dredger*, yaitu metode pengerukan dengan cara menyedot sedimen yang akan dikeruk dan membuangnya melalui pipa. Penyedotan dilakukan dengan menggunakan pompa yang telah dipasang dikapal. Untuk mengetahui kinerja dari pompa tersebut maka, perlu dilakukan analisa head pompa yang meliputi head statis, head tekanan, head kecepatan dan head *loss*.

4.4.1. Head Statis

Head statis adalah head yang disebabkan oleh perbedaan tinggi pada sisi keluar dengan sisi hisap dengan sumbu pompa sebagai acuannya.

- **Head Statis Cutter Suction Dredger**

Pada *cutter suction dredger* pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal yang diletakkan diatas kapal, sehingga perhitungan head statis menjadi seperti berikut.



Gambar 4.8 Gambaran Sistem CSD

$$\begin{aligned}
\text{Head statis} &= \text{Head } discharge + \text{Head } suction \\
&= \text{Depth Barge} + \text{Kedalaman rencana} \\
&= 1.15 + 4.85 \\
H_s &= 6 \text{ m}
\end{aligned}$$

4.4.2. Head Tekanan (Hp)

Head tekanan merupakan head akibat perbedaan tekanan yang terjadi pada sisi *discharge* dan sisi *suction*. Menurut Fadhli (2013) pada alam terbuka head tekanan = 0. Dengan demikian pada studi kasus kali ini head tekanan = 0.

4.4.3. Head Velocity (Hv)

Head *velocity* merupakan head yang diakibatkan oleh perbedaan kecepatan pada sisi *discharge* dan sisi *suction*. Apabila kecepatan tidak diketahui maka kecepatan dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$V_2 = \frac{Q}{A_{discharge}}, V_1 = \frac{Q}{A_{suction}}$$

Dimana :

Q = Kapasitas pompa

A = Luas pipa

Setelah kecepatan diketahui maka head velocity dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.6 berikut.

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (2.6)$$

$$V_2 = \frac{0.8333}{0.636} = 1.30939 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{0.8333}{0.636} = 1.30939 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{1.30939^2 - 1.30939^2}{2 \times 9.81} = 0$$

4.4.4. Head Loss Mayor

Head loss mayor adalah kerugian yang disebabkan oleh panjang pipa yang digunakan. Sebelum mencari head loss mayor terlebih dahulu dicari viskositas dinamis dari slurry (sedimen) yang akan di sedot. Pertama lakukan

perhitungan specific gravity dari slurry terlebih dahulu dengan persamaan 2.7.

$$SG \text{ Slurry} = \frac{S_w}{1 - (1 - \frac{S_w}{S}) C_w} \quad (2.7)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

S_w = Specific gravity air

C_w = konsentrasi air dalam fluida (%)

S = Specific gravity solid

$$SG_{slurry} = \frac{1.02}{1 - 0,8575(1 - \frac{1,02}{2,57})} = 2,1125$$

Selanjutnya adalah mencari konsentrasi solid berdasarkan volume dengan persamaan 2.8.

$$C_v = \frac{S_m - S_w}{S - S_w} \quad (2.8)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

S_w = Specific gravity air, S_m = Specific gravity slurry, S = Specific gravity solid

$$C_v = \frac{2,1125 - 1,02}{2,57 - 1,02} = 0,70 = 70\%$$

Langkah berikutnya adalah menghitung massa jenis dari *slurry* dengan menggunakan persamaan 2.9.

$$\rho_m = S_m \times \rho_w$$

(Sumber : Burges dkk, 2002) (2.9)

Dimana :

ρ_w = massa jenis air (kg/m^3)

S_m = *Specific gravity slurry*

$$\rho_m = 2,1125 \times 1025 = 2165,3551 \text{ kg/m}^3$$

Setelah itu menghitung viskositas dinamis dengan persamaan 2.10.

$$\mu_m = \mu_w (1 + 2,5C_v + 10,05C_v^2 + 0,00273e^{16,6C_v})$$

(Sumber : Nayyar, 1999) (2.10)

Dimana :

μ_w = Viskositas dinamis air (0.001)

C_v = konsentrasi solid berdasarkan volume (%)

$$\mu_m = 0,001(1 + 2,5(0,7) + 10,05(0,7)^2 + 0,00273e^{16,6(0,7)})$$

$$\mu_m = 0,3116$$

Setelah itu menghitung viskositas kinematis *slurry* dengan persamaan

$$2.11. \nu_m = \frac{\mu_m}{\rho_m} \quad (2.11)$$

(Sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

μ_m = Viskositas dinamis *slurry*

ρ_m = massa jenis *slurry* (kg/m^3)

$$\nu_m = \frac{0,3116}{2165,3551} = 0,0001 \text{ m}^2/\text{s}$$

Setelah didapatkan nilai viskositas kinematis maka selanjutnya mencari bilangan reynold dengan menggunakan persamaan 2.12.

$$Re = V \frac{d}{\nu} \quad (2.12)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

d = diameter pipa yang digunakan (m)

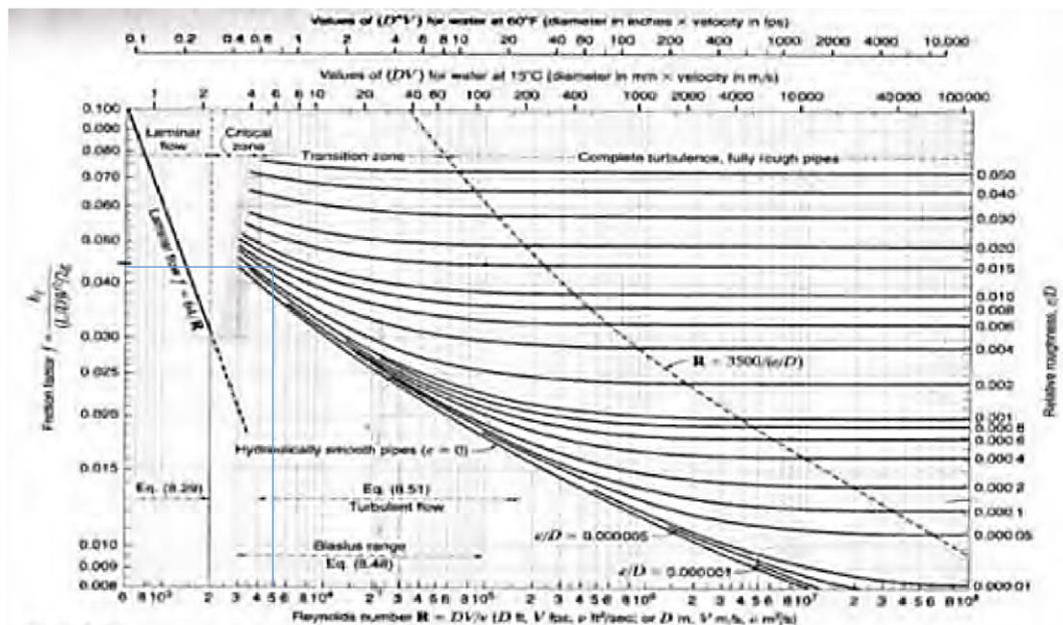
ν = viskositas kinematis fluida (m²/s)

$$Re = 1.30939 \times \frac{0.450}{0.0001}$$

$$Re = 5892.256 \text{ (turbulen)}$$

Selanjutnya mencari *friction factor* dengan persamaan $64/Re$ untuk laminar, sedangkan untuk transisi dan turbulen dapat dicari dengan menggunakan diagram moody. Berdasarkan diagram moody dapat disimpulkan friction factor sebesar :

$$\text{Friction factor} = 0.043$$



Gambar 4.9 Diagram *Moody*

didapatkan nilai *friction factor* maka head loss mayor dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.13.

$$H_{l\text{ mayor}} = f \times \left(\frac{L}{D}\right) \times \left(\frac{v^2}{2g}\right) \quad (2.13)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa yang digunakan (m)

v = Kecepatan fluida (m/s²)

f = Faktor gesekan pipa (64/Re untuk laminar)

$$H_{l\text{ mayor}} = 0.043 \times \frac{1000}{0.45} \times \frac{1.30939^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{l\text{ mayor}} = 8.350166 \text{ m}$$

4.4.5. Head Loss Minor

Head *loss minor* adalah head yang diakibatkan oleh adanya variasi pada sistem perpipaan seperti *elbow*, katup, dan lain-lain. Dalam studi kasus kali ini variasi yang digunakan adalah *elbow* 90⁰ sebanyak 6 buah untuk *sand pump*, dan *elbow* 90⁰ untuk *cutter suction dredger* sebanyak 4 buah. Sebelum mencari nilai head *loss minor* terlebih dahulu dicari nilai koefisien gesekan (k) dengan persamaan 2.15.

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R}\right)^{3.5} \right] \left(\frac{\theta}{90}\right)^{0.5} \quad (2.15)$$

(Sumber : Simanjuntak, 2010)

Dimana :

D = diameter pipa (m)

R = jari-jari pipa (1.5 x D)

θ = Sudut elbow (°)

Berikut adalah nilai dari koefisien gesekan dari kapal keruk.

$$k = 0.120558$$

Setelah nilai koefisien gesekan didapatkan maka nilai *head loss minor* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.14.

$$H_{lminor} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.14)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

n = jumlah variasi

k = Koefisien gesekan

v = Kecepatan fluida (m/s)

g = Gravitasi bumi (m/s²)

$$H_{lminor} = 4 \times 0.120 \times \frac{1.30939^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{lminor} = 0.041945 \text{ m}$$

4.4.6. Head Loss Total

Head loss total adalah hasil penjumlahan dari *head loss mayor* dan *head loss minor*. Sebagaimana persamaan 2.16 berikut ini.

$$Hl = H_{lmayor} + H_{lminor} \quad (2.16)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

Hl = Head loss total (m)

H_{lmayor} = *Head loss mayor* (m)

H_{lminor} = *Head loss minor* (m)

Jadi Hl kapal keruk = 8.392111 m

4.4.8. Head Total

Setelah semua nilai head didapatkan (head statis, head tekanan, head kecepatan, dan head *loss*), maka langkah selanjutnya adalah menjumlahkan semua nilai head tersebut sebagaimana persamaan 2.17 berikut ini.

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_l \quad (2.17)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

H_s = Head statis (m)

H_p = Head *pressure* (m)

H_v = Head *velocity* (m)

H_l = Head loss total (m)

$H_t = 14.39211$ m

4.4.9. Pengecekan Head

Setelah nilai head total di dapatkan maka selanjutnya dilakukan pengecekan antara head total yang telah disesuaikan antara pompa dan sistem yang direncanakan dengan head standar yang dimiliki oleh tiap pompa. Apabila head standar yang dimiliki pompa lebih besar atau sama dengan head yang telah disesuaikan dengan sistem ($\text{Head pompa} \geq \text{Head sistem}$) maka pompa tersebut dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini. Namun apabila tidak, maka pompa tersebut tidak dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini. Berikut ini adalah hasil pengecekan antara head standar pompa dengan head yang telah disesuaikan dengan system

(Head pompa \geq Head sistem)

(34 \geq 14.39211) memenuhi

Tabel 4.3 *sedimen yang diangkut*

	Jumlah sediment (m ³)
Target ngerukan dalam satu hari	1075,425
1 minggu (5 hari kerja)	5377,125
1 bulan	21508,5
1 tahun	258102

4.3 Anggaran dana

Tabel 4.4 Anggaran membangun system *sand bypassing*

item	Harga satuan	jumlah	total
kapal dredging damen cutter suction dredger 450	60000000000	1	60000000000
5 truk hino FM 350 PD	982000000	5	4910000000
wheel loader foton wheel loader FL956F-II	920000000	1	920000000
standard damen dredging equipment HDPE PIPE 450 mm	2330000000	3	6990000000
Jumlah			79620000000

Jumlah yang cukup besar untuk membangun system sand bypassing. Tetapi harga ini sudah sebanding dengan benefit di kemudian hari berupa pengerukan berkala kolam tidak perlu menunggu pihak ketiga bahkan dapat membantu dermaga sekitar untuk mengeruk kolam labuh.

Tabel 4.5 anggaran gaji pegawai per bulan

Item	Harga satuan	Jumlah	total
gaji supir 5 truk	5000000	5	25000000
gaji operator whell loader	6000000	1	6000000
gaji <i>captain</i> kapal	7500000	1	7500000
gaji 2 anak buah kapal	6000000	2	12000000
jumlah			50500000

Untuk satu tahun pertama semua alat bergaransi jadi tidak ada biaya perawatan.

Sehingga di dapatkan harga Rp 310830/ m³. Dibandingkan dengan dredging

konvensional dengan harga 193.698/ m³ (ilham, 2017) system sand Bypassing lebih mahal hamper dua kali lipat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah di uraikan dapat di simpulkan bahwa

1. Menggunakan system sand bypassing dengan *water based* lebih efisien dibandingkan dengan *fixed* ataupun *land based*
2. Total investasi untuk membangun system sand bypassing menghabiskan total biaya Rp 79.620.000.000 Setelah berjalan setahun perhitungan sedimen per m³ seharga Rp 310810/ m³
3. Tiga opsi pembuangan sedimen yaitu untuk pondasi reklamasi, di buang ke daerah bekas tambang dan di buang di karang jaluang

5.2 Saran

Diperlukan pemodelan baik numerik maupun secara eksperimental pengaruh sistem terhadap arus dan pasang surut laut. Serta diperlukan mendalami kajian tentang perijinan pembuangan material pengerukan pada daratan

(halaman ini sengaja di kosongkan)

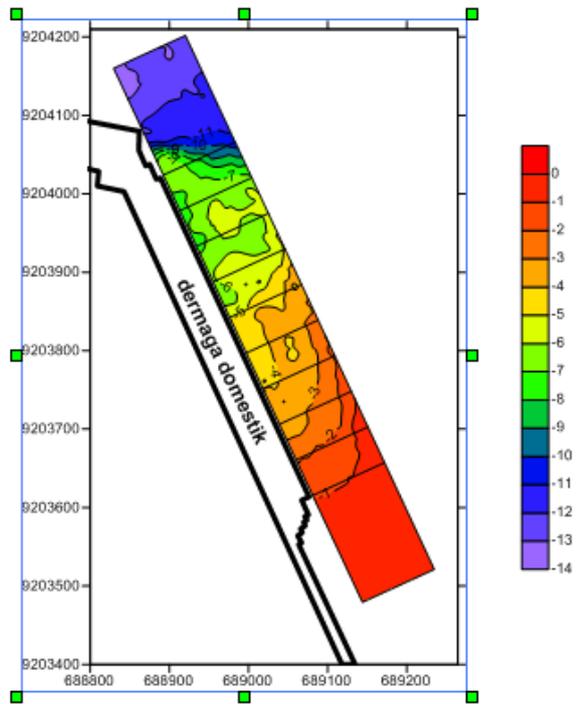
DAFTAR PUSTAKA

- Adlin, Ilham. (2017) Analisa Pemilihan Metode Pengerukan Di Area Tertutup Canal Water Intake Pltu Banten 3 Lontar. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS.
- Boswood, P.K. dan Murray, R.J., 2001, *World-wide sand bypassing system : data report*. Queensland Government: *Environmental protection agency*.
- Bray, Nick, dan Marsha Cohen . 2010. *Dredging For Development*. 6th edition. Netherland : International Association of Dredging Companies (IADC)
- Cardno Lawson Treloar, 2007., Surabaya Port Siltation Study-Data Compilation Report, Australia
- CERC, 1984, *Shore Protection Manual*. Washington: *US Army Coastal Engineering Research Center*
- Eisma, D. 2006. *Dredging In Coastal Water*. London : Taylor & Francis plc.
- Fadhli, Alfian, Agoes Santoso, Amiadji M.M. 2013. “Perancangan Sistem Permesinan Pada Trailing Suction Dredger (TSD) Sebagai Metode Pengerukan Di Pelabuhan”. *Jurnal Teknik Sistem Perkapalan 1*: 1-7.
- Hakim, M. H. (2010). *Studi Penanggulangan Sedimentasi di Pelabuhan Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS.
- Komar, P.D. dan Inman D.L., 1970, *Longshore sand transport on beach, Journal of geophysical reseach*, vol. 75, no. 30.
- Loza, Pedro, 2008, *Sand bypassing systems*. Porto: Masters in environmental engineering, University of Porto.
- Mahendra, Juris. 2014. “*Cutter Suction Dredger dan Jenis Material (Pada Pekerjaan Capital Dredging Pembangunan Pelabuhan Teluk Lamongan)*”. *Jurnal Konstruksia 6*: 31-43.
- Nayyar, L.M. 1999. *Piping Handbook*. Seventh edition. New York : McGraw-Hill Book Company.

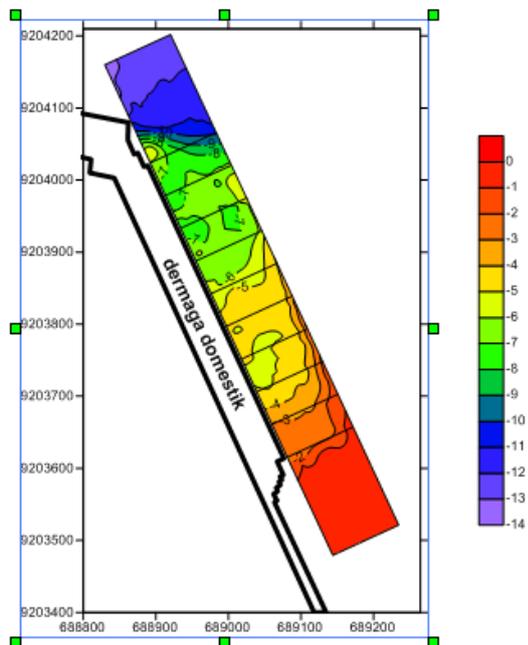
- Pratikto, W. A., Haryo D. A., Suntoyo. 1996. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*. Yogyakarta: BPFE.
- Rijn, L. C. 1993. *Principles of Fluid Flow and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas, and Ocean*. Netherland: Aqua Publication.
- Salim, H. A. Abbas. 1997. *Manajemen Transportasi*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Sagala, Anthonyster. 2008. “Perancangan Instalasi Pendistribusian Air Minum Pada Perumnas Taman Putri Deli, Namorambe – Kabupaten Deli Serdang”. Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara Medan, Tidak Dipublikasikan.
- Suntoyo, 2015, Mata Kuliah Mekanika dan Teknologi Transportasi Sedimen, Jurusan teknik kelautan ITS, Surabaya
- Triatmodjo, Bambang, 1999, *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wahyuni, N., 2014, *Analisa Laju Volume Sedimentasi Di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS)*. Surabaya: Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan ITS
- Yuwono, Endro & Muhammad Sabaruddin. 2014. “Kajian Pengerukan Waduk Sengguruh Kepanjen Kabupaten Malang”. *Jurnal Teknologi Terpadu* 2: 46-54.

LAMPIRAN

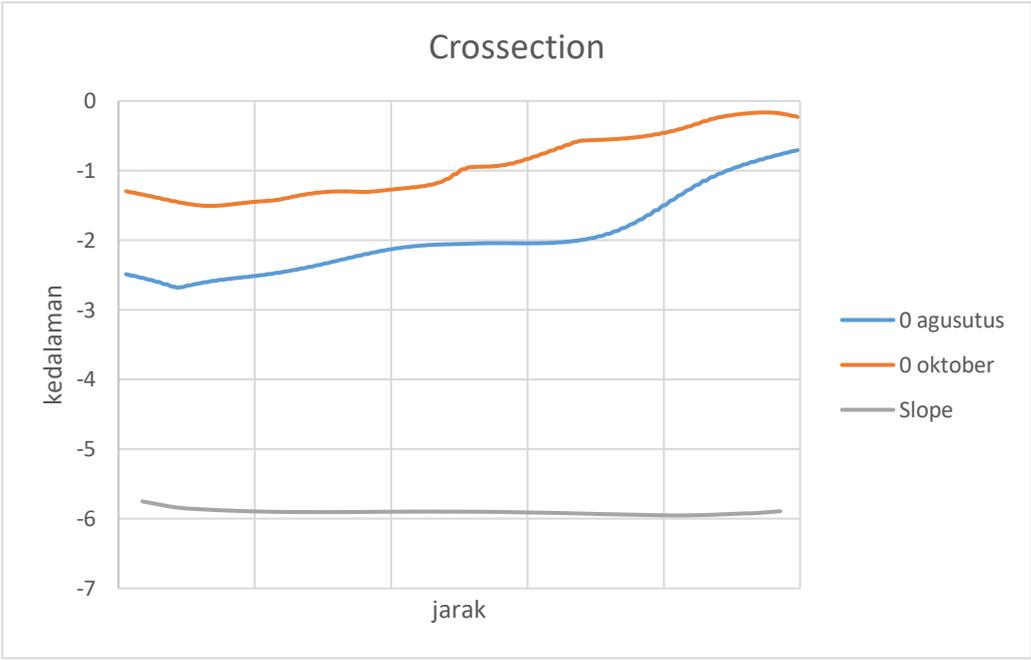
Crosection sounding agustus dan oktober



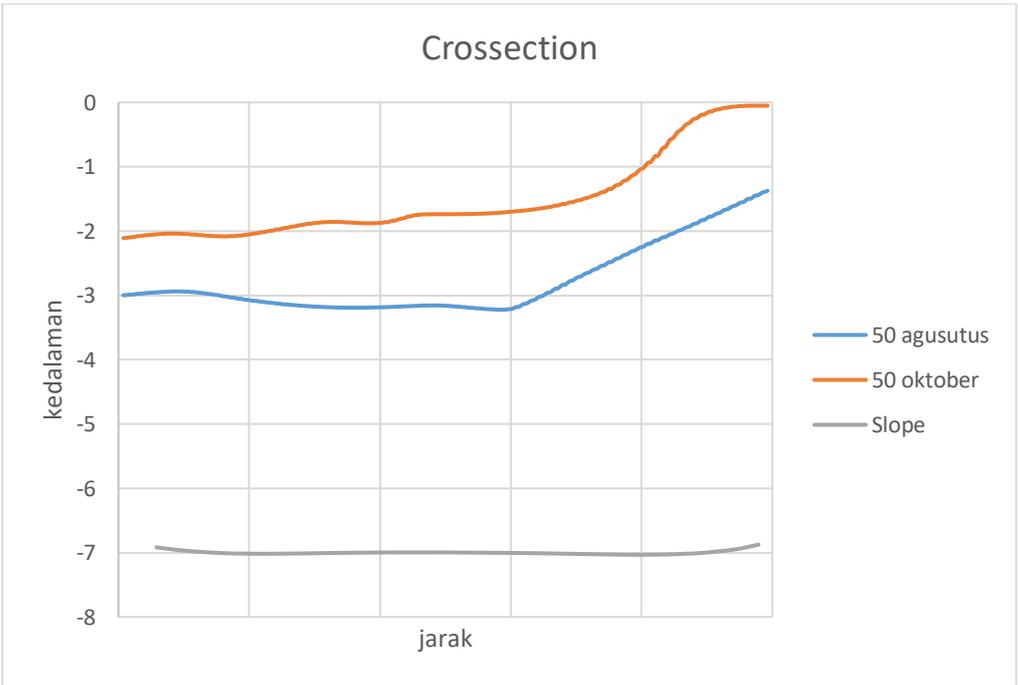
Batimetri agustus



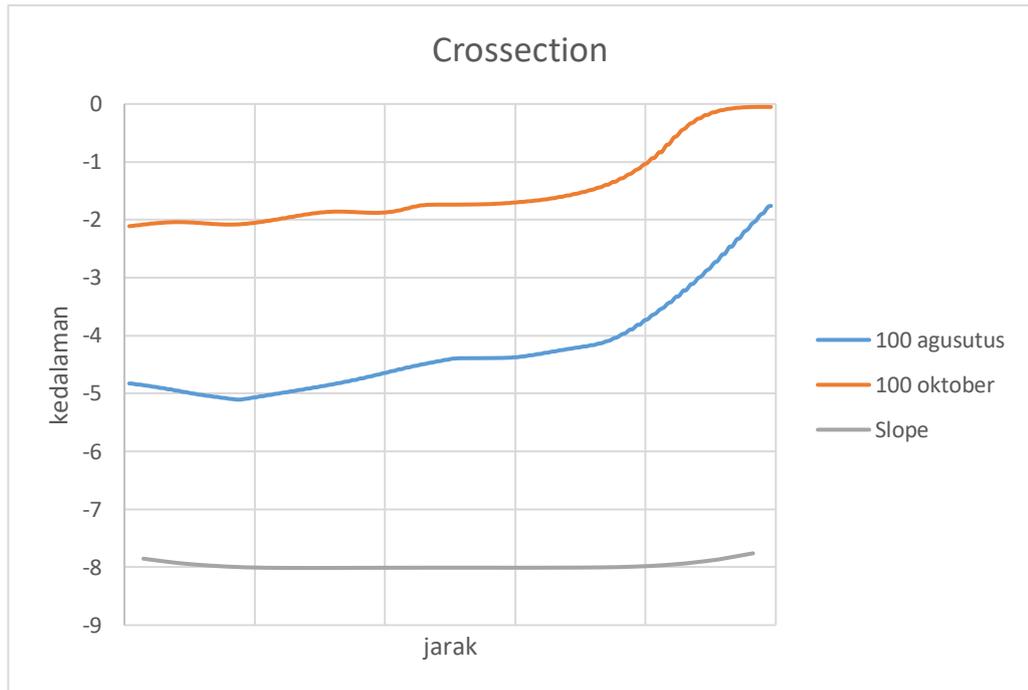
Batimetri oktober



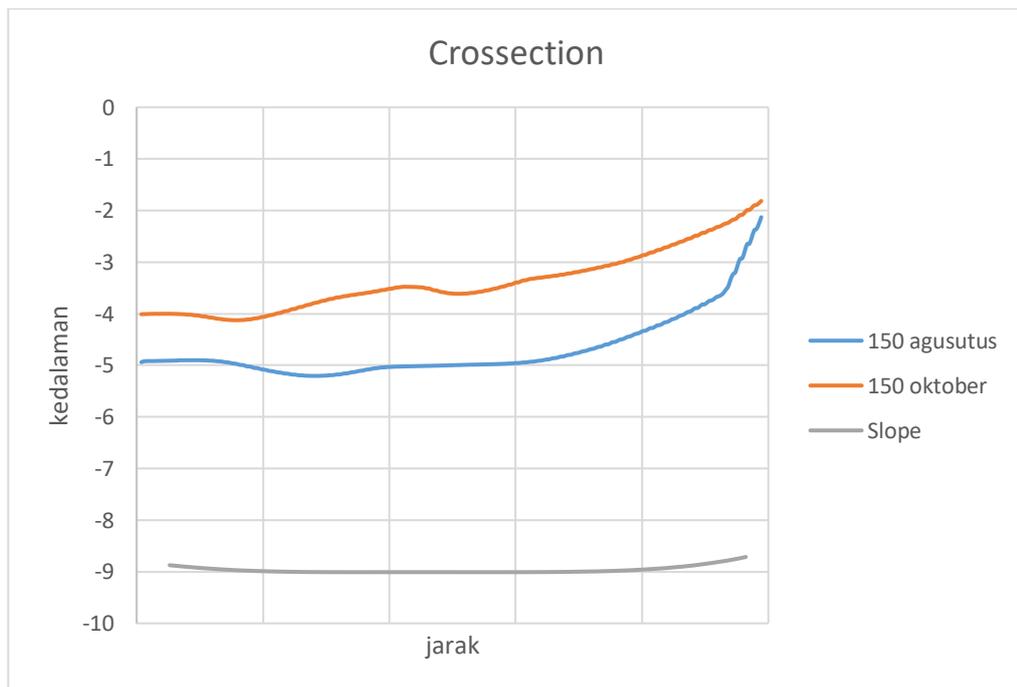
0 meter



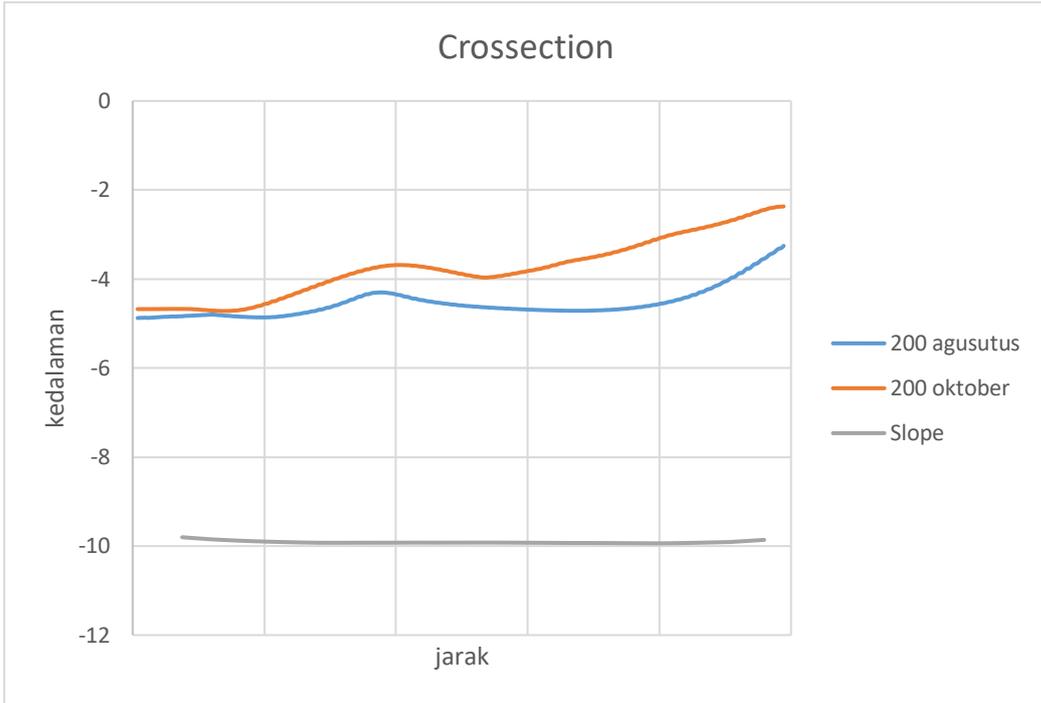
50 meter



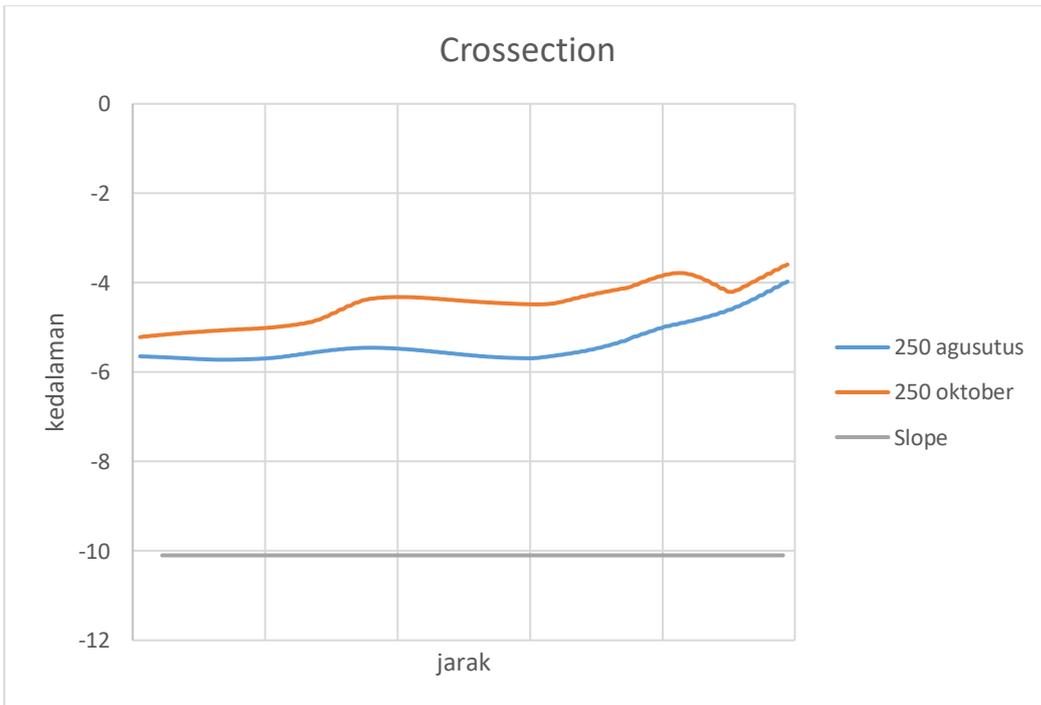
100 meter



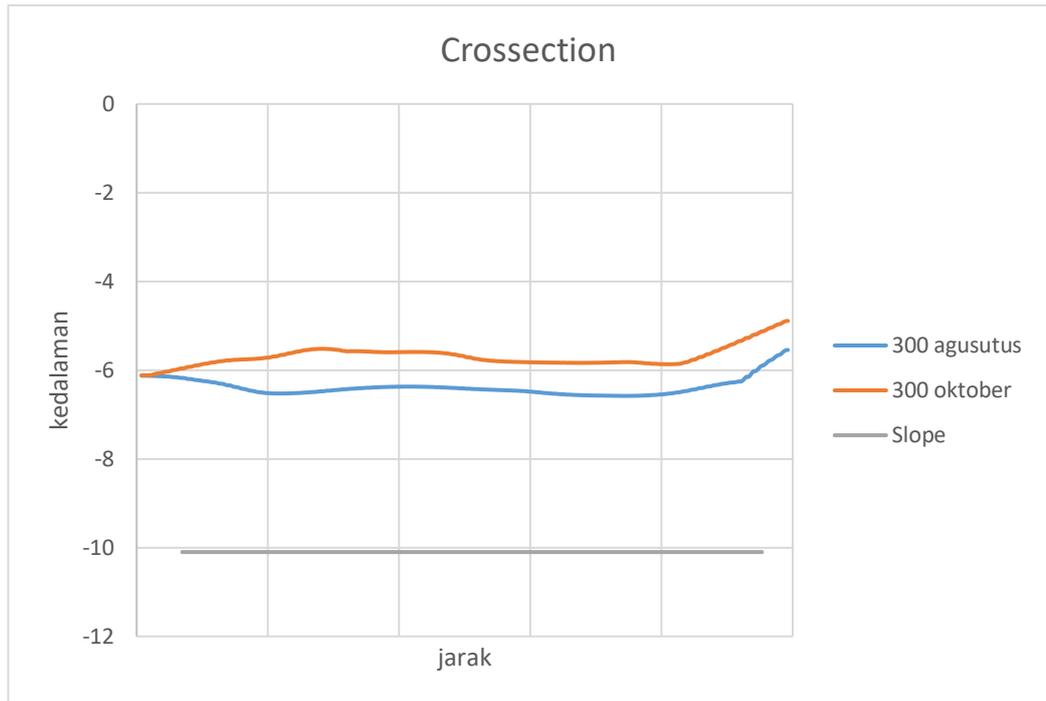
150 meter



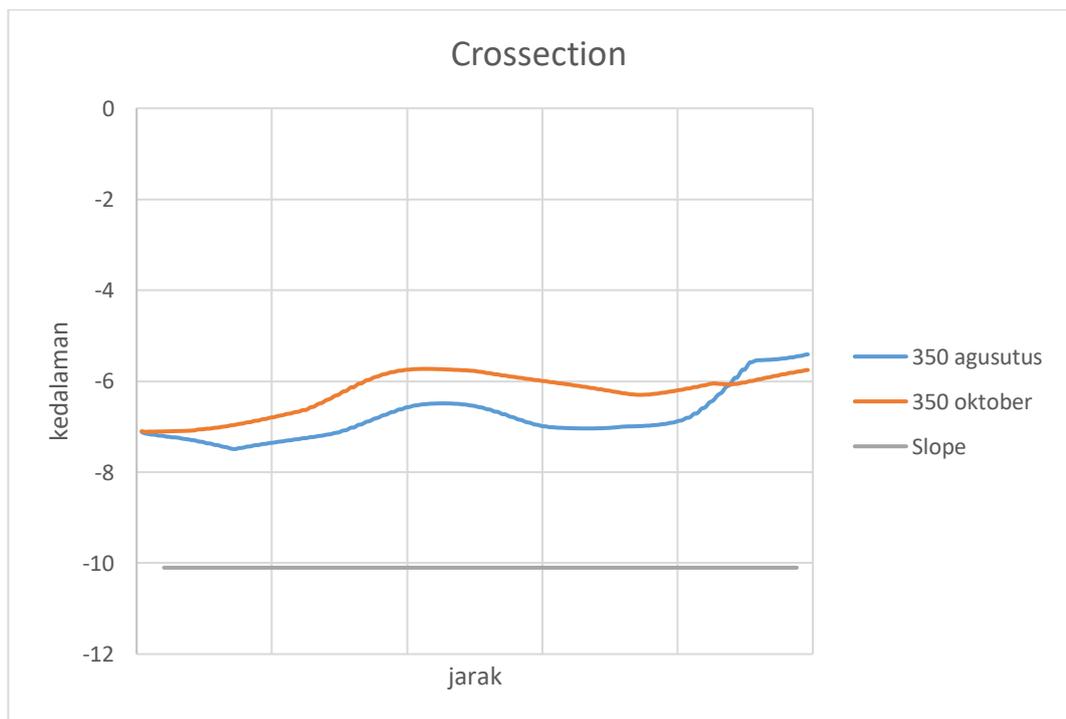
200 meter



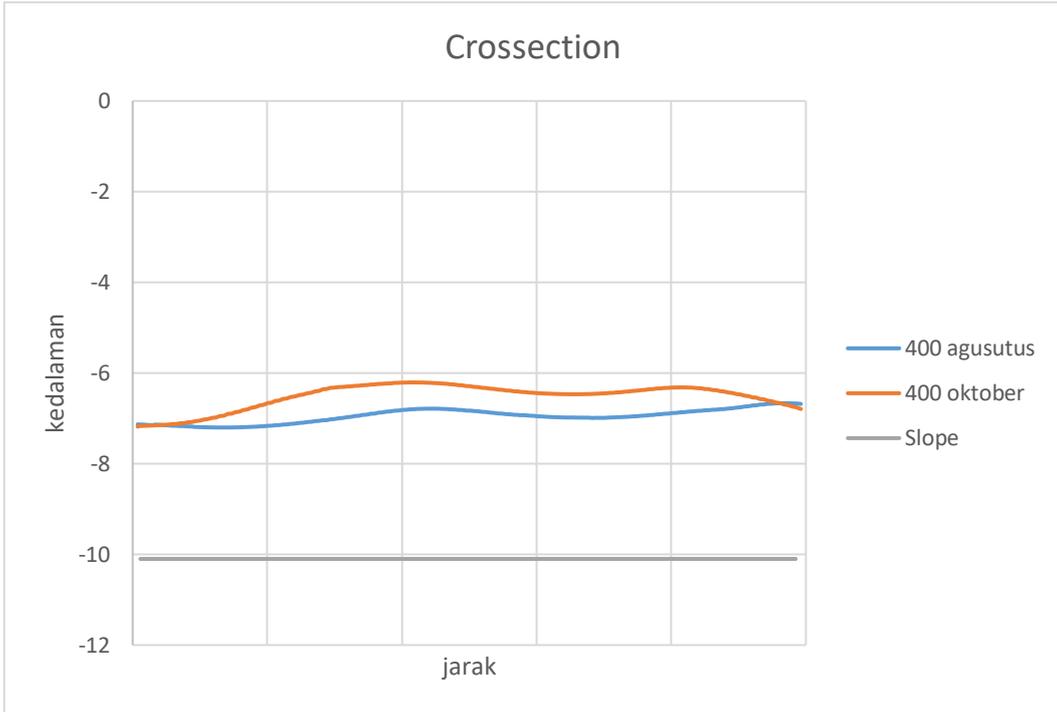
250 meter



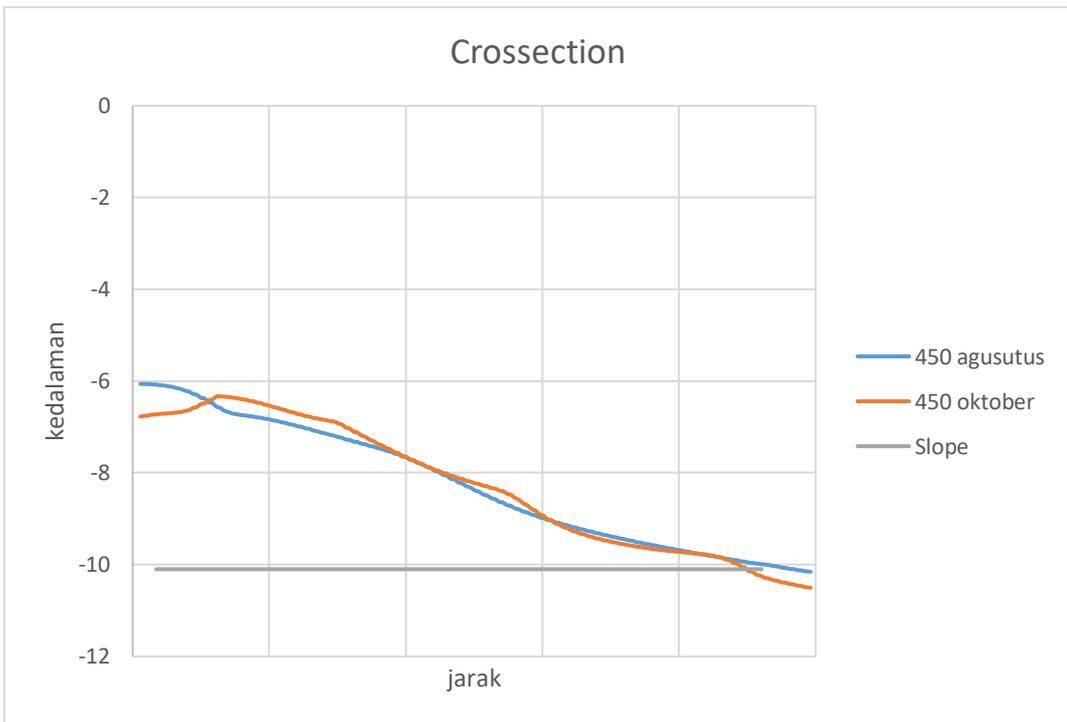
300 meter



350 meter

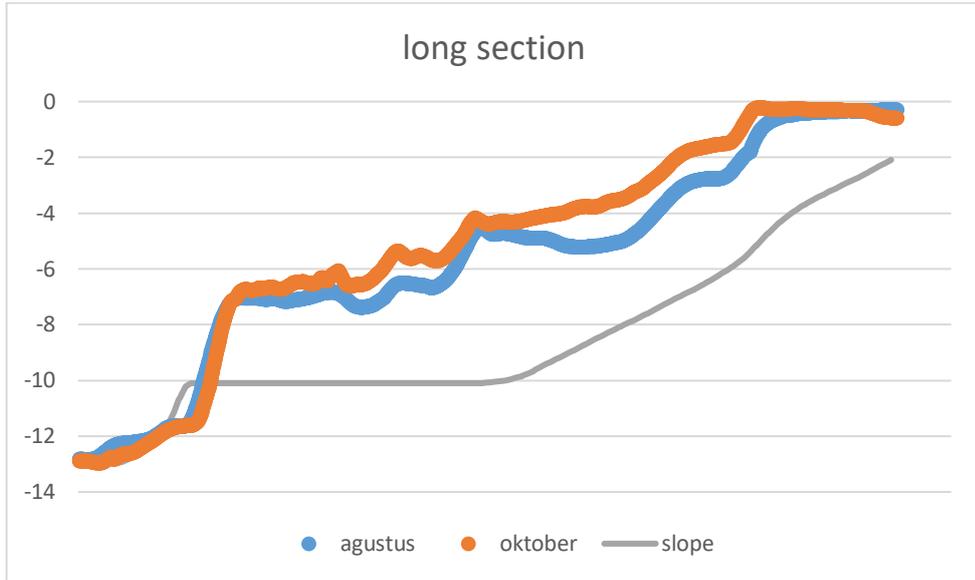


400 meter

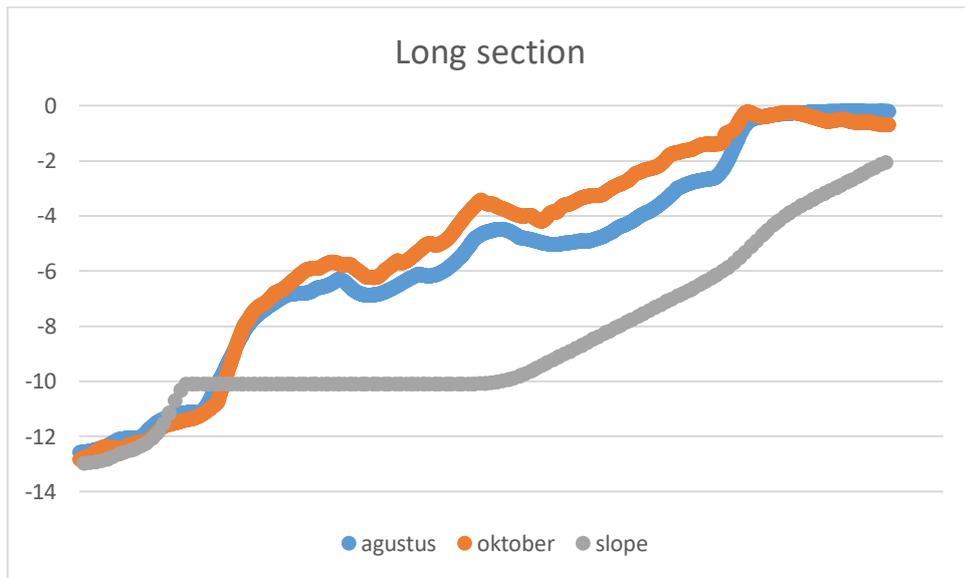


450 meter

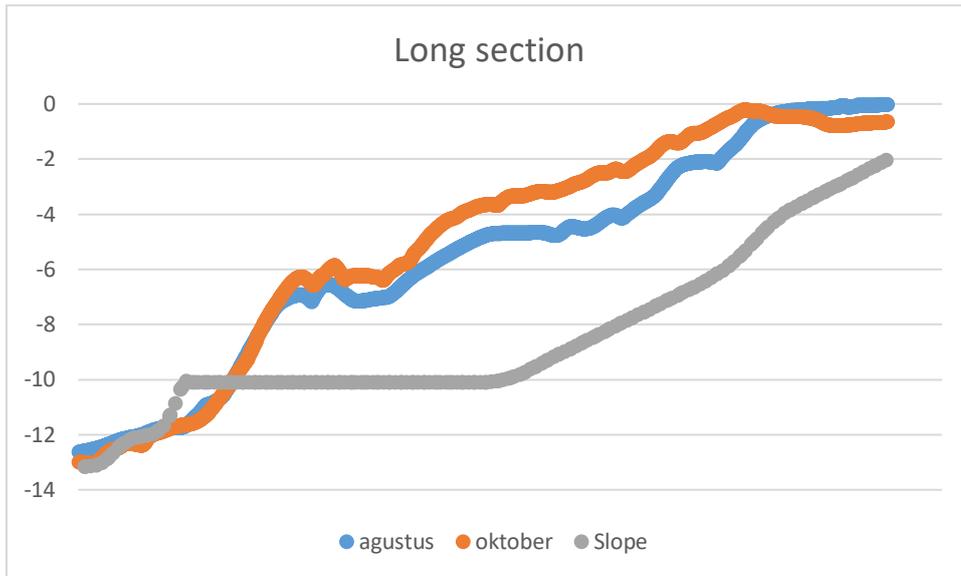
Long section



Long section b



Long section c



Long section d



DAMEN CUTTER SUCTION DREDGER CSD450

Picture of similar vessel

GENERAL

Yard no.	I110007
Type	CSD450
Delivery time	Ready for shipment
Basic functions	Capital mining and maintenance dredging

DREDGING FEATURES

Dredging depth	- 14 m
Max. swing width	34,0 m
Mixture capacity	3,000 m ³ /h

DREDGE INSTALLATION

Dredge pump type	BP45-1100
Diam. suction/discharge pipe	450/450 mm
Cutter type	5-1500 (with changeable chisels)
Cutter power	110 kW

ENGINE INSTALLATION

Dredge pump diesel	Caterpillar 3508B
Continuous power rating	637 kW @ 1,600 rpm
Auxiliary diesel	Caterpillar C-09 TA
Prime power rating	228 kW @ 1,800 rpm
Hydraulic installation	Driving cutter, winches and spuds
Electrical installation	24 V DC and 230/400 V AC, 34 kVA

PRINCIPAL DIMENSIONS

Lenth o.a. incl. ladder	33.15 m
Length over pontoons	22.50 m
Beam	6.95 m
Draught	1.15 m
Air draught	6.10 m
Total	
Weight	115 ton

TANK CAPACITIES

Fuel oil approx.	18.8 m ³
Ballast water (fore and aft)	6.0 m ³ (4x)
Hydraulic oil	1.5 m ³

DECK MACHINERY

Ladder winch	Hydraulic, 80 kN, 0-15 m/min
Swing winches (2x)	Hydraulic, 80 kN, 0-15 m/min
Spuds (2x)	Ø 508 mm, length 16 m
Spud hoisting (2x)	Hydraulic cylinder, stroke 1,500 mm

INSTRUMENTATION

- Dredging depth indicator
- Vacuum and pressure indication of dredge pump

REMARKABLE STANDARD FEATURES

- Dismountable design
- Heavy duty robust design
- Simultaneous operation of all functions possible
- Spacious ergonomic designed control cabin and engine room
- Operators cabin with air conditioning
- Scantlings well in excess of class regulations

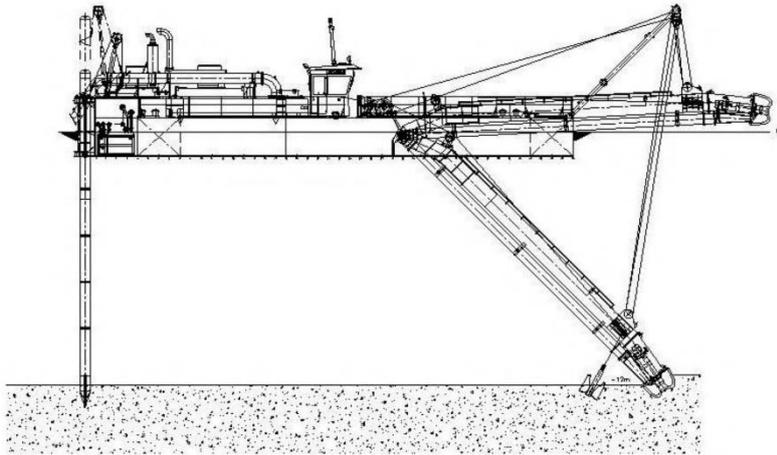
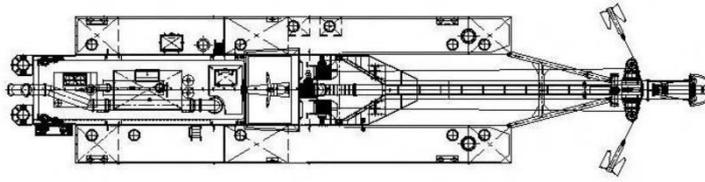
LOCATION

Build at: Damen Shipyards, Kozle, Poland
Currently stored at: Kozle, Poland

Authorized Agent:



PT INDOTEKNIK PEMBANGUNAN



DAMEN CUTTER SUCTION DREDGER CSD450

DAMEN

DAMEN DREDGING EQUIPMENT

Edisonstraat 32
3861 NE Nijkerk

P.O. Box 1021
3860 BA Nijkerk
The Netherlands



PT INDOTEKNIK PEMBANGUNAN

Ruko Taman Duta Mas Blok C5/14
Wijaya Kusuma
Jakarta, Indonesia 11460

021-5710494

indoteknikpembangunan@yahoo.com

Member of the DAMEN SHIPYARDS GROUP

phone +31 (0)33 247 40 40
fax +31 (0)33 247 40 60

info@damendredging.com
www.damendredging.com

© No part of the leaflet may be reproduced in any form, by print, photo print, microfilm, or any other means, without written permission from Damen Dredging Equipment



PT.INDOTEKNIK PEMBANGUNAN

Ruko Taman Duta Mas Blok C 5 / 14 Wijaya Kusuma – Grogol Petamburan Jakarta Barat 11460
Telp : 021 - 70562785. Email indoteknikpembangunan@yahoo.com

DAMEN CUTTER SUCTION DREDGER TYPE CSD 450 Price per unit (Euro's) : € 3.560.000,00

Standard Damen Dredging Equipment cutter suction dredger, type CSD 450, with following main particulars :

1. Diameter of suction pipe	: 450 millimeters
2. Diameter of Discharges pipe	: 450 millimeters
3. Minimum Dredging Depth	: 1.5 meters
4. Maximum Dredging Depth	: 14 meters
5. Dredging width at max.dredging Depth	: 67 meters
6. Main Engine Power	: Caterpillar 637 kW
7. Generator Engine Power	: 637 kW
8. Auxiliary Power	: 228 kW
9. Cutter Power	: 110 kW (150 Hp)
10. Fuel oil approx. +/-100 running hours	: 3 x 9 m3
11. Ballast water (fore and aft)	: 2 x 6m3 and 2x6m3
12. Hydraulic Oil	: 1x1.5 m3
13. Instrumen	: Dredging Depth Indicator Vacuum and Pressure indication of Dredge Pump
14. HDPE PIPE	: 400 Meters
15. Warranty	: 1 Years DAMEN standard warranty
16. Trainee	: Training On Site by Damen Technician

Remarkable features :

- Dismountable Design;
- Heavy robust Design;
- Simultaneous operation of all functions possible
- Spacious ergonomic designed control cabin and engine room
- Operators Cabin with air conditioning
- Scantlings well in excess of class regulations

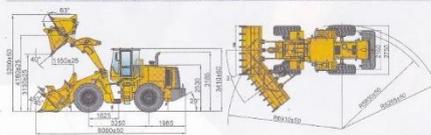
PT.Indo Teknik Pembangunan



Okiyanto Jun Perdana
Director

Products Information

SPECIFICATIONS		UNITS	FL956F-I (WEICHAI)	FL956F-II (SHANGCHAI)	FL956F-III (DCEC)
Main Specifications	Rated Load	kg	5000	5000	5000
	Operating Weight(Standard)	kg	16940	16900	16700
	Bucket Capacity	m ³	3	3	3
	Boom Lifting Time	S	5.7	5.7	5.7
	Total Cycle Time	S	10.6	10.6	10.6
Max Traction Force	Max Traction Force	kN	160	155	155
	Max Breakout Force	kN	160	160	160
Overall Dimension	Model	---	WEICHAI WD10G220E23	SHANGCHAI SCL1CB20G2B1	DCEC ECTAR 3-C215
	Type	---	Six cylinder in line, direct injection, Turbo charged and water cooled	Six cylinder in line, direct injection, Turbo charged and water cooled	Six cylinder in line, direct injection, Turbo charged, water and air intercooled
Engine	Horsepower	kW/rpm	162/2000	162/2200	160/2200
	Peak Torque/Speed	Nm/rpm	900(1300-1500)	844(1360)/1400	908/1500
	Bore/Stroke	mm	Ø126×130	Ø121×152	Ø114×135
	Displacement	L	9.296	10.45	8.2
	Fuel consumption (in rated working condition)	g/kWh	225	≤ 235 (115%)	≤ 229
Drivetrain	Travel Speed Forward	km/h	0-42	0-38	0-38
	Travel Speed Reverse	km/h	0-12.5	0-13.5	0-13.5
	Gear Shift	/	F2/R1	F2/R1	F2/R1
	Max Gradeability	°	29	29	29
	Steering Angle	°	37°±1' for each side		
	Tire	---	23.5-25/Tube tire/16PR-13		
	Service brake	---	Air over hydraulic, four-wheel, caliper disc dry brake		
	Parking brake	---	Disc-type air chamber brake		
	Min. Turning Radius	mm	9910	9910	5930
	Working System Pressure	Mpa	18	18	18
Hydraulics	Working System Displacement	ml/r	100	100	320
	Steering System Pressure	Mpa	16	16	16
	Steering System Displacement	ml/r	80	80	80
	Oil tank	L	270	270	270
Performance Data	Wheel Tread	mm	2150	2150	2150
	Min.Ground Clearance	mm	440	440	440
	Dump Height - fully raised,45° dump	mm	3130	3130	3130
	Dump Reach - fully raised,45° dump	mm	1150	1150	1150



Allied attachments



Features of FL956F-II

- Equipped with Weichai-STEYR engine, advanced technology, excellent durability, powerful efficiency. Shanghai SCL1CB20G2B1 and DCEC ECTAR 3-C215 engines are optional.
- Matched Shantal torque converter and excellent Hengsha power shift transmission, which endowed the wheel loader with simple structure and reliable quality. Dry-brake side is manufactured by PCTOM LOVO, with excellent performance.
- Full hydraulic load-sensing steering enables light and smart operation. Dual-pump flow converging implement hydraulic system offers energy and high efficiency. Humanization designed joystick effectively reduces operator fatigue for long time operation. 24" taper wheel accompanied by C-ring face seal provides durable leak-free connection.
- Flat glass and 360° view cab offer a full scene. Optional safety cab, which passed FOPS/SROPS test, guarantees the safety of operator.
- Side opening hood with gas spring makes daily checking easier. The radiator allows two-layer layout to allow better air flow. The adaptation to high working condition is improved, allowing normal work under 50°C. Optional DCEC engine is attached with reversible radiator. Thus offers a better radiating and easier maintenance.
- Optimized A/C system with significant performance. Independent radiation enables the condenser a better cooling effect. Space in cab is enlarged after evaporator was moved outside of the cabin.
- Water-proof plug connector improves reliability of electric.
- Articulated frame design by European technology features a durable and rigid four-plate loader frame, which strengthens the resistance to torsional by 30%.
- Separated by a sleeve, the axial movement of the two bearings is strictly controlled, thus prolongs durability of the hitch by 50%.
- Bucket blade is made from the special advanced material with outstanding performance on wear resistance testing. More durable reliability comes from co-operating with one of the first metal manufacturers in China.



PT. INDO TEKNIK PEMBANGUNAN

Ruko Taman Duta Mas Blok C 5 / 14 Wijaya Kusuma – Grogol Petamburan Jakarta Barat 11460
Telp : 021 - 70562785. Email indoteknikpembangunan@yahoo.com

DAMEN ACCESSORIES

HDPE PIPE 450 mm

Price per unit (IDR) : Rp.2,326,600,210,-

Standard Damen Dredging Equipment HDPE PIPE 450mm. With following main particulars :

1. Total Length per package : 400 Meters
2. Length of pipe per piece : 12 meters
3. Diameter Discharge pipe : 450 mm
4. Pressure : 10 Bar
5. Applicable for dredge : DAMEN CSD 450 AND CSD 450EX
6. Applicable for Booster Station : DAMEN BS 450

Remarkable features :

- Including Floater pipe

PT.Indo Teknik Pembangunan



Okiyanto Jun Perdana
Director

FM 350 PD NEW

Produk : FM 350 PD New		
Produksi : FM2PN1D-MGJ		
Harga (Off The Road) Rp 982,000,000 *Harga sewaktu-waktu dapat berubah		
Sekilas	Mekanikal	Dimensi
Sekilas Gambar	Partorma	Tangki Solar
Tipe Karoseri	Kecepatan Maksimum : 107	Kapasitas : 200
Ambulans	Daya Tanjak (tan Ø) : 66	Dimensi (mm)
Arm Roll	Model Mesin	Jarak Sumbu Roda : 3930 + 1350
Taxi	Model : P11C-VP	Cabin to End : 3875
Mobil Boks/Bak	Tipe : Mesin Diesel 4 Langkah Segaris; Direct Injection; Turbo Charger Intercooler; Common Rail	Total Panjang : 8745
Truk Logging	Tenaga Maksimum (PS/rpm) : 350 / 2100	Total Lebar : 2495
Truk Sampah	Torsi Maksimum (Kgm/rpm) : 134 / 1500	Total Tinggi : 2930
Mesin Derak	Jumlah Silinder : 6	Lebar Jejak Depan : 2050
Dump	Diameter x Langkah Piston (mm) : 122 x 150	Lebar Jejak Belakang : 1875
Los Bak	Iai Silinder (cc) : 10520	Julur Depan : 1300
Tangki High Blow	Kopling	Julur Belakang : 2085
Tangki	Tipe : Pelat Kering Tunggal, dengan Coil Spring	Berat Chassis (kg)
Molen	Diameter Catram : 430	Depan : 3810
Bak Terbuka	Transmisi	Belakang : 3930
Boks Berpendingin	Tipe : M009OD	Berat Kosong : 7740
Sky Litt	Perbandingan Gigi :	GVWR / GCWR : 26000
Angkut Kendaraan	C : 10.178	
Mobil Penarik	ke-1 : 6.986	
Mobil Derak	ke-2 : 5.063	
Bus	ke-3 : 3.630	
Fire Fighting	ke-4 : 2.633	
	ke-5 : 1.921	
	ke-6 : 1.392	
	ke-7 : 1.000	
	ke-8 : 0.724	
	Mundur 9.874	
	Kemudi	
	Tipe : Integral Power Steering	
	Minimal Radius Putar : 8.4	
	Sumbu	
	Belakang : Full Floating Tipe Hypoid Gear	
	Depan : Reverse Elliot, I-Section Beam	
	Perbandingan Gigi Akhir : 5.857	
	Sistem Penggerak : -	
	Roda & Ban	
	Ukuran Rim : 20X7.50V-165	
	Ukuran Ban : 11.00-20-16PR	
	Jumlah Ban : 10 + 1(Cadangan)	
	Suspensi	
	Depan & Belakang :	
	Sistim Listrik Accu	
	Accu : 12V-65AHx2	



IMS Booster Station - GIW 10 x 12 BP-325

Dimensions

Length	18 ft. 7 in. (5.68 m)
Width	8 ft. 8 in. (2.59 m)
Height	8 ft. 2.5 in. (2.5 m)
Weight	13,735 lbs. (6,229 kg) <i>Approximately</i>

Engine

Type	Engine, John Deere, 6090
Rated Performance	325 bhp (242 kW) @ 2200 rpm, Int.
Fuel Capacity	190 gal. (719 liters)
Max. Fuel Consumption	15.7 gal/hr (59.4 liter)
Drive Type	Belt Drive

Dredge Pump

Type	GIW Cast Iron LCC-M 250-880
Discharge Diameter	10 in. (254 mm)
Suction Diameter	12 in. (304 mm)
Impeller Diameter	20.79 in. (528.1 mm)
Sphere Passage	5.0 in. (127 mm)
Pump Performance	5000 gpm (315 liter/sec) @ 140 ft. (42.8 m) TDH (water) @ 1057 rpm
Construction	Impeller and volute cast from high chrome Gesteal iron

NOTES: Entire system is skid mounted. Specifications subject to change without notice.



BIODATA PENULIS



Ilham Indrapraja Iskandar lahir di Ciamis, Jawa Barat pada tanggal 24 Mei 1993. Ilham merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Yeyet Suryati dan Dadang Iskandar. Penulis dibesarkan di Kota Sidoarjo, Jawa Timur. Penulis menempuh pendidikan dasar pada SDN Rangkah Kidul (2006), SMPN 5 Sidoarjo (2008), dan SMAN 3 Sidoarjo (2011). Penulis di terima pada Jurusan Teknik Kelautan ITS melalui jalur SNMPTN Tulis. Penulis menghabiskan masa perkuliahan dengan mencoba berbagai macam kegiatan di sekitar kampus dan penulis sudah mencoba berbagai tipe mahasiswa. Buku Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Penanggulangan Sedimentasi Dengan Metode Sand Bypassing Studi Kasus Terminal Domestik PT TPS” telah diselesaikan oleh penulis dengan berbagai lika-liku dunia kampus.

Email : ilhamindraprajaiskandar@gmail.com