



TUGAS AKHIR - MO 184804

PEMILIHAN METODE Pengerukan pada Terminal Domestik PT Terminal Petikemas Surabaya

CUT PUTRI ANDRIANI
NRP. 043 1164 0000 017

DOSEN PEMBIMBING

R. Haryo Dwito A., S.T., M. Eng., Ph.D.
Dr. Kriyo Sambodho, S.T., M. Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2020



FINAL PROJECT - M0 184804

DREDGING SELECTION METHOD AT THE DOMESTIC
TERMINAL OF PT TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

CUT PUTRI ANDRIANI
NRP. 043 1164 0000 001

Supervisors

R. Haryo Dwito A., S.T., M. Eng., Ph.D.
Dr. Kriyo Sambodho, S.T., M. Eng.

DEPARTEMENT OF OCEAN ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020

**PEMILIHAN METODE Pengerukan pada Terminal
Domestik PT Terminal Petikemas Surabaya**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**


Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S – 1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institute Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

CUT PUTRI ANDRIANI

NRP. 0431164000017

Disetujui oleh :

1. R. Haryo Dwito A., S.T., M. Eng., Ph.D.  (Pembimbing 1)
.....

2. Dr. Kriyo Sambodho, S.T., M. Eng.  (Pembimbing 2)
.....

3. Prof. Ir. Mukhtasor, M. Eng, Ph.D.  (Penguji 1)
.....

4. Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph.D.  (Penguji 2)
.....

5. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc..  (Penguji 3)
.....

Surabaya, Agustus 2020

PEMILIHAN METODE Pengerukan PADA TERMINAL DOMESTIK PT TERMINAL PETIKEMAS SUSRABAYA

Nama Mahasiswa : Cut Putri Andriani
NRP : 0431164000017
Departemen : Teknik Kelautan FTK – ITS
Dosen Pembimbing : R. Haryo Dwito A., S.T., M. Eng., Ph.D.
Dr. Kriyo Sambodho, S.T., M. Eng.

ABSTRAK

PT TPS merupakan perusahaan yang bergerak di bidang fasilitas bongkar muat kontainer yang dilakukan di dermaga domestik dan internasional. Salah satu permasalahan yang terjadi di sekitar dermaga domestik adalah penumpukan sedimen. Meningkatnya volume aktivitas bongkar muat kontainer dan melihat kondisi dermaga domestik yang kurang menguntungkan yaitu tegak lurus dengan arah datangnya arus mengakibatkan pendangkalan di area dermaga domestik. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan layanan dermaga domestik agar meningkatkan volume aktivitas bongkar muat kontainer dilakukan pengerukan. Dalam tugas akhir ini dilakukan perhitungan volume pengerukan menggunakan dua metode yaitu *software Autocad Civil 3D* dan metode analitik *Borrow Pit* dengan volume sedimen sebesar 163.793,72 m³. Kapal keruk yang cocok untuk melakukan pekerjaan pengerukan di lokasi adalah kapal keruk tipe CSD dan Clamshell/Grab. Berdasarkan hasil perhitungan durasi dan biaya pekerjaan pengerukan kapal keruk yang paling efektif dan ekonomis adalah kapal keruk CSD tipe A dengan produktifitas 4000 (m³/h). Durasi pelaksanaan dengan kapal keruk tipe ini memerlukan waktu selama 29 hari dengan total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 3.943.312.035,-.

Kata Kunci : Terminal Petikemas Surabaya, Pengerukan, Kapal Keruk, Durasi dan Biaya.

DREDGING SELECTION METHOD AT THE DOMESTIC TERMINAL OF PT TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

Name : Cut Putri Andriani
NRP : 0431164000017
Department : Teknik Kelautan FTK – ITS
Supervisors : R. Haryo Dwito A., S.T., M. Eng., Ph.D.
Dr. Kriyo Sambodho, S.T., M. Eng.

ABSTRACT

PT TPS is a company engaged in the container loading and unloading facility which is carried out at domestic and international docks. One of the problems that occur around the domestic pier is the accumulation of sediment. Increasing the volume of container loading and unloading activities and seeing the unfavorable condition of the domestic pier that is perpendicular to the direction of the flow of currents results in siltation in the domestic dock area. Therefore, to optimize domestic demaga services so as to increase the volume of container loading and unloading activities carried out dredging. In this final project, the dredging volume is calculated using two methods, Autocad Civil 3D software and Borrow Pit analytics method, then the sediment volume is 163793.72 m³. Ships suitable for dredging work on site are CSD and Clamshell / Grab dredgers. Based on the results of the calculation of the duration and cost of dredging work the most effective and economical dredger is CSD type A dredges with 4000 m³/h productivity. The duration of the implementation with this type of dredger takes 29 days with a total cost of Rp 3,943,312,035.

Keywords: PT. Terminal Petikemas Surabaya, Dredging, Dredger, Duration and Cost

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul “Pemilihan Metode Pengerukan Pada Terminal Petikemas PT. Terminal Petikemas Surabaya” dengan sebaik – baiknya.

. Laporan tugas akhir ini dibuat sebagai persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi sarjana (S-1) di Departemen teknik kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Selain itu laporan Tugas Akhir ini bertujuan agar mahasiswa mampu menerapkan ilmu pengetahuan yang didapatkan selama perkuliahan berdasarkan topik yang diminati.

Dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, segala masukan dan kritik yang berhubungan dengan pembahasan dalam laporan Tugas Akhir ini akan diterima dengan senang hati. Penulis juga berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan juga pembaca laporan ini.

Surabaya, Agustus 2020

Cut Putri Andriani

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir maupun dalam penulisan laporan ini, meliputi :

1. Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir.
2. Orang tua, adik, dan keluarga yang senantiasa memberi doa dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak R. Haryo Dwito A., S.T., M. Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang selalu membimbing dan memberikan saran kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Kriyo Sambodho, S.T., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan saran untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Dendy Satrio, S.ST. selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS.
6. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Wali yang telah memberi kritik, saran, nasihat yang membangun kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Mas Ilham Cahya, S.T, Mbak Fitria Febrianti, S.T, Mbak Emanuella Ginting, S.T, Irena teman dari Teknik Geomatika yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman – teman “APAYA” Ammara Tandhiarchita, Asih Astari yang selalu memberikan semangat, motivasi dan dukungan untuk penulis.
9. Teman – teman “ADHIWAMASTYA” Teknik Kelautan 2016 terimakasih atas kebersamaan, pengalaman dan memori yang diberikan kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
10. Teman – teman UKM Maritime Challenge terimakasih atas pengalaman dan memori yang diberikan kepada penulis selama berorganisasi.
11. Pihak pihak lain yang terlibat dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu di sini.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 TinjauanPustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.....	9
2.2.2 Sedimentasi	10
2.2.3 Perhitungan Volume sedimen	11
2.2.3.1 Autocad CIVIL 3D.....	11
2.2.3.2 Metode Grid atau Borrow Pit.....	12
2.2.4 Pengerukan (Dredging).....	13
2.2.4.1 Pengerukan.....	13
2.2.4.2 Tujuan Pengerukan	14
2.2.4.3 Tipe – Tipe Pengerukan	14
2.2.4.4 Persyaratan Teknis Pengerukan.....	15
2.2.4.5 Metode Pengerukan	16
2.2.5 Kapal Keruk	17

2.2.5.1	Grab Dredger / Clamshell	18
2.2.5.2	Cutter Suction Dredger – CSD.....	19
2.2.6	Pertimbangan Berdasarkan Pedoman Teknis 2017	20
2.2.7	Perhitungan Durasi Waktu dan Biaya.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Diagram Alir.....	25
3.2	Prosedur Penelitian	26
3.2.1	Studi Literatur.....	26
3.2.2	Pengumpulan data.....	26
3.2.3	Perhitungan Volume Sedimentasi	27
3.2.4	Pertimbangan berdasarkan Pedoman Teknis 2017 PERLA.....	28
3.2.5	Pemilihan Kapal Keruk Berdasarkan Pedoman Teknis 2017	28
3.2.6	Perencanaan Pengerukan Dan Perhitungan Durasi Waktu Dan Biaya.....	28
3.2.7	Pemilihan Metode Pengerukan Yang Paling Efektif Dan Ekonomis.....	28
3.2.8	Peyusunan Laporan.....	28
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Lokasi Penelitian	29
4.2	Perancangan Pengerukan	29
4.3	Perhitungan Volume Sedimen.....	32
4.3.1	Data Bathimetri	32
4.3.2	Perhitungan menggunakan Autocad Civil 3D 2018	33
4.3.3	Perhitungan Manual.....	37
4.3.4	Laju sedimentasi.....	40
4.3.5	Pola Sedimentasi	42
4.4	Pertimbangan Pemilihan Kapal Keruk.....	43
4.4.1	Data Tanah	44
4.4.2	Kondisi area pengerukan.....	45
4.5	Pemilihan Kapal Keruk	47
4.5.1	Kapal Keruk Cutter Suction Dredger (CSD)	47
4.5.2	Kapal Keruk Grab/Clamshell	48
4.5.3	Perhitungan Durasi Pekerjaan Pengerukan	48
4.5.4	Perhitungan Biaya Pekerjaan Pengerukan	52
4.5.4.1	Perhitungan Biaya Kapal CSD	52
4.5.4.2	Perhitungan Biaya Kapal Clamshell.....	56

4.5.4.3 Perbandingan Perhitungan Biaya Kapal Keruk.....	57
4.5.5 Pemilihan Kapal keruk.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Lokasi Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya	4
Gambar II.1 Lokasi Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.....	9
Gambar II.2 Metode <i>Average End Area</i>	12
Gambar II.3 Metode Borrow Pit.....	13
Gambar II.4 Proses Pekerjaan Pengerukan	16
Gambar II.5 <i>Grab Dredger</i>	19
Gambar II.6 <i>Cutter Suction Dredger – CSD</i>	20
Gambar III.1 Diagram Alir.....	26
Gambar III.2 Desain Rencana Pengerukan Opsi ke-2 pada Terminal Domestik PT TPS.....	27
Gambar IV.1 Lokasi Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya	29
Gambar IV.2 Desain rencana keruk terminal domestik PT. TPS tampak memanjang.	31
Gambar IV.3 Kontur Bathimetri Terminal Domestik PT TPS Pada Bulan Februari 2020.....	33
Gambar IV.4 Proses <i>Import Point</i>	34
Gambar IV.5 Pembuatan Surface Kontur Eksisting	34
Gambar IV.6 Proses Pembuatan Desain Keruk.....	35
Gambar IV.7 Hasil Pembuatan Grading	36
Gambar IV.8 Hasil Volume <i>Cut</i> dan <i>Fill</i>	36
Gambar IV.9 Proses Pembuatan <i>Grid</i> atau Kavling	37
Gambar IV.10 Perhitungan Laju Sedimentasi Menggunakan Autocad CIVIL 3D 2018.....	40
Gambar IV.11 Perbandingan Volume pengerukan dengan laju sedimentasi di TPS	41
Gambar IV.12 Grafik Rata – Rata Pendangkalan di Terminal Domestik PT TPS	41
Gambar IV.13 Potongan Memanjang (<i>Long section A</i>)	42
Gambar IV.14 Potongan Melintang (<i>Cross Section 0+200 m</i>)	42
Gambar IV.15 Titik Pengambilan Sampel Sedimen Terminal Domestik PT TPS	44

Gambar IV.16 <i>Grain Size Analysis</i> Sampel Sedimen Terminal Domestik PT TPS	44
Gambar IV.17 Peta Titik Pembuangan Hasil Keruk.....	45
Gambar IV.18 Grafik Durasi Pekerjaan Pengerukan Tiap Kapal Keruk.....	51
Gambar IV.19 Grafik Biaya tiap kapal keruk	57

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Klasifikasi Ukuran Butiran Sedimentasi.....	10
Tabel II.2 Matriks Pemilihan kapal Keruk.....	21
Tabel II.3 Matriks Pemilihan Kapal Keruk.....	22
Tabel IV.1 Data kapal terbesar di dermaga domestik PT. TPS.....	30
Tabel IV.2 Daftar <i>slope dan siltation rate</i>	31
Tabel IV.3 Hasil Perhitungan Volume dari <i>Autocad Civil 3D</i>	37
Tabel IV.4 Perhitungan Metode Borrow Pit	38
Tabel IV.5 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode <i>Borrow Pit</i>	39
Tabel IV.6 Perhitungan Laju Sedimentasi Per Periode	40
Tabel IV.7 Perubahan kedalaman (m) per periode pada Long Section A	43
Tabel IV.8 Koordinat Lokasi Pembuangan Hasil Keruk	45
Tabel IV.9 Hasil Matriks Pemilihan Kapal Keruk	46
Tabel IV.10 Spesifikasi Kapal CSD	47
Tabel IV.11 Spesifikasi Barge dan Tug Boat.....	47
Tabel IV.12 Spesifikasi Kapal Grab/Clamshell	48
Tabel IV.13 Spesifikasi <i>Hopper Barge</i>	48
Tabel IV.14 Total Durasi Kapal CSD.....	49
Tabel IV.15 Total Durasi Kapal Clamshell.....	50
Tabel IV.16 Durasi PEkerjaan Tiap Kapal Keruk	51
Tabel IV.17 Biaya Masing Masing Kapal CSD	55
Tabel IV.18 Biaya Masing Masing Kapal Clamshell.....	58
Tabel IV. 19 Biaya Tiap Kapal Keruk.....	57
Tabel IV.20 Durasi dan Biaya tiap Kapal Keruk.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Data Bathimetri

LAMPIRAN B Pembagian Grid Metode *Borrow Pit*

LAMPIRAN C Perhitungan *Borrow Pit*

LAMPIRAN D *Grain Size Analysis*

LAMPIRAN E *Long Section Area* dan *Cross Section Area*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai Negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki 17.499 pulau dari Sabang sampai Merauke yang terdiri dari luas daratan sebesar 2,01 juta km² dan luas lautan sebesar 3,25 juta km², maka dari itu Indonesia disebut sebagai Negara Maritim yang luas perairannya lebih besar dari pada luas daratan. Oleh karena itu, transportasi laut menjadi komponen utama dalam menunjang komoditas perdagangan yang menjadikan penghubung antara transportasi darat dan laut antar pulau mengingat Indonesia merupakan negara kepulauan. Dengan semakin meningkatnya aktivitas perdagangan, maka peran pelabuhan sangat penting sebagai penunjang seluruh kegiatan transportasi laut. Pelabuhan merupakan salah satu tempat yang terpenting dalam menunjang transportasi dan ekonomi negara yang fungsinya sebagai pusat perekonomian masyarakat, digunakan untuk keperluan keluar masuknya barang (ekspor dan impor) dan aktivitas manusia didalamnya (Firdaus dkk. 2013). Pelabuhan Terminal Petikemas Surabaya (TPS) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan fasilitas terminal petikemas untuk perdagangan domestik maupun internasional untuk wilayah Indonesia Timur dan merupakan terminal pertama di Indonesia yang menerapkan standar keamanan kapal dan fasilitas pelabuhan yang sudah diberlakukan sejak Juli 2004 lalu. Pelabuhan ini mempunyai 2 fasilitas pendaratan, yaitu dermaga domestik dan dermaga internasional. Lokasi dermaga domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) berada lebih dekat dengan pantai daripada dermaga internasional untuk lebih jelasnya gambar lokasi terminal domestik terdapat pada **Gambar I.1**.

Dengan banyaknya aktivitas kapal besar yang akan melakukan kegiatan di pelabuhan menimbulkan banyak permasalahan. Salah satu permasalahan yang hampir terjadi di semua pelabuhan adalah adanya penumpukan sedimen yang menyebabkan pendangkalan di area pelabuhan. Penumpukan sedimen yang dibiarkan mengendap di suatu daerah akan menyebabkan kerusakan lingkungan dan kerugian ekonomis. Sedimen yang mengendap di daerah sekitar pelabuhan atau dermaga yang dibiarkan terus menerus akan menyebabkan pendangkalan

yang menyulitkan kapal – kapal yang akan berlabuh dan bermanuver disekitar dermaga tersebut. Terdapat beberapa penelitian terkait laju sedimentasi di area terminal domestik PT TPS. Novianto (2009) telah menghitung besarnya sedimentasi yang terjadi di terminal domestik PT TPS serta memprediksi sedimentasi untuk beberapa tahun kedepan. Hasil dari penelitian tersebut adalah sedimentasi tertinggi terjadi pada rentang waktu Februari 2005 sampai Desember 2005 sebesar 19195,1 m³/Bulan, sedangkan sedimentasi terendah terjadi pada rentang waktu Agustus 2007 sampai bulan Februari 2008 sebesar 1622,4 m³/Bulan dan untuk prediksi sedimentasi selama 1 tahun sebesar 34852,5 m³, 2 tahun sebesar 69704,9 m³, 5 tahun sebesar 174262,3 m³, dan 10 tahun sebesar 348524,6 m³. Pada tahun yang sama Habib dkk. (2017) juga melakukan penelitian tentang laju sedimentasi di dermaga domestik PT TPS dan hasil dari penelitian tersebut adalah sedimentasi di lokasi tersebut mencapai 150.000 m³ – 200.000 m³ per tahunnya. Dengan itu perlunya pemeliharaan kedalaman dengan cara pengurangan sedimentasi agar aktivitas bongkar muat tetap terjaga. Pengurangan sedimentasi dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan pengerukan sesuai dengan desain kedalaman yang diinginkan dan dilakukan secara berkala.

Terdapat beberapa penelitian terkait yang sudah dilakukan di berbagai lokasi yang mengalami masalah pendangkalan. Pada penelitian tugas akhir Adlin (2017) menjelaskan dalam studi kasus yang terjadi di PLTU Banten 3 Lontar, *canal water intake* yang dimiliki mengalami penurunan volume akibatnya adanya sedimentasi dengan jumlah volume sedimen sebesar 17.820,26 m³. Dari hasil analisa didapatkan bahwa kapal keruk yang efektif dan ekonomis yang berukuran kecil dengan sistem sedot adalah kapal keruk yang dapat diaplikasikan di dalam *canal water intake*. Penelitian guna *maintenance dredging* dilakukan oleh, Febriyanti (2019) di area kolam pelabuhan PLTU 2 Jateng Adipala, dimana permasalahan yang terjadi adalah pendangkalan kolam labuh akibat pengendapan sedimen yang berasal dari sungai Serayu dan didukung dengan kondisi kolam pelabuhan terbuka. Hal ni menyebabkan kapal kesulitan melakukan proses bongkar batubara. Dari hasil perhitungan, kapal keruk yang paling efektif dan ekonomis adalah kapal keruk TSHD tipe A. Fauziansyah (2018) membahas pemilihan metode pengerukan yang tepat untuk *maintenance dredging* kolam

labuh Tanjung Priok dan hasil yang didapatkan bahwa kapal keruk TSHD juga durasa paling tepat digunakan di area tersebut. Adapula penelitian yang dilakukan oleh, Ginting (2019) yaitu Analisa Pengerukan Pada Alur Pelayaran Menuju Jetty PT Pertamina RU III, Plaju dimana dilakukan pemilihan armada keruk berdasarkan data lingkungan, lokasi buang, volume pekerjaan dengan mempertimbangkan 2 tipe kapal keruk yaitu CSD dan TSHD standar, kemudian dipilih kapal keruk yang efektif adalah tipe CSD. Sebelumnya pernah dilakukan penelitian untuk penanggulangan sedimentasi di terminal domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) dengan rekayasa teknis menggunakan Underwater Sill Model I dan Model U, dari kedua metode tersebut yang paling baik untuk menanggulangi sedimentasi di lokasi tersebut adalah Model 1 (Al Hakim dkk, 2017).

Dari uraian permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya terdapat penumpukan sedimen yang menyebabkan pendangkalan di area terminal domestik PT TPS yang secara otomatis akan membatasi ukuran dan jumlah kapal yang akan sandar. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi sedimentasi dengan melakukan pengerukan yang secara otomatis akan meningkatkan pelayanan di terminal domestik PT TPS. Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis berapa volume sedimen yang akan dikeruk serta metode pengerukan yang tepat untuk menanggulangi permasalahan sedimentasi di terminal domestik PT TPS. Kemudian dilakukan pemilihan metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis berdasarkan durasi waktu dan biaya. Pengerukan ini bertujuan untuk mengembalikan kondisi kedalaman guna meningkatkan pelayanan di PT TPS agar dapat meningkatkan volume aktivitas bongkar muat.



Gambar I.1 Lokasi Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya

(Sumber : Google Earth, 2019)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Berapa volume sedimen yang akan dikeruk di Terminal Domestik PT. TPS?
2. Kapal keruk jenis apa saja yang dapat digunakan untuk pengerukan di Terminal Domestik PT. TPS?
3. Metode pengerukan mana yang paling efektif dan ekonomis dalam mengatasi sedimentasi di Terminal Domestik PT. TPS?

1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Menghitung volume sedimen yang akan dikeruk di Terminal Domestik PT. TPS.
2. Memilih kapal keruk yang dapat diterapkan pada pengerukan di Terminal Domestik PT TPS.
3. Memilih metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis yang dapat mengatasi sedimentasi di Terminal Domestik PT TPS.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan metode pengerukan pada Terminal Domestik PT TPS dengan mengetahui volume sedimen yang akan dikeruk kemudian diperoleh laju sedimentasi dan melihat pola sedimentasi pada Terminal Domestik PT TPS. Selanjutnya menganalisis durasi waktu dan biaya guna menjadikan pertimbangan dalam pemilihan metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis.

1.5 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah yang ditentukan :

1. Lokasi yang ditinjau hanya pada Terminal Domestik PT TPS.
2. Data yang digunakan adalah data sekunder
3. Pengerukan yang dilakukan adalah *maintenance dredging*.
4. Kapal keruk yang ditinjau adalah *Grab/Clamshell* dan *Cutter Suction Dredger (CSD)*
5. Perencanaan teknis hanya dilakukan pada metode pengerukan yang dapat diterapkan di sekitar Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.
6. Perhitungan durasi waktu dan biaya hanya dilakukan pada metode pengerukan yang dapat diterapkan di sekitar Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian dengan perumusan masalah yang akan diteliti, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan tugas akhir dan manfaat yang akan dicapai baik untuk mahasiswa maupun pihak – pihak lain. Lalu terdapat batasan masalah untuk

membatasi analisa yang dilakukan dalam tugas akhir. Pada bab terkahir terdapat sistematika penulisan tugas akhir.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang dapat dijadikan acuan dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir. Sedangkan dasar teori berisi tentang teori – teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat yang menjadikan landasan dan pendukung pokok bahasan yang diperlukan dalam pekerjaan tugas akhir.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang uraian langkah – langkah pengerjaan yang disertai diagram alir atau *flow chart* yang disusun sistematik dengan tujuan untuk memecahkan permasalahan yang diangkat pada tugas akhir.

4. BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan serta hasil pengerjaan tugas akhir.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya dan saran yang diberikan penulis untuk pihak lain yang ingin melanjutkan atau melakukan penelitian serupa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TinjauanPustaka

Pelabuhan Terminal Petikemas Surabaya (TPS) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan fasilitas terminal petikemas untuk perdagangan domestik maupun internasional. Banyaknya aktivitas kapal – kapal besar yang melakukan kegiatan di suatu dermaga menimbulkan permasalahan sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan kedalaman yang akhirnya membuat pelayanan di terminal domestik menurun. Pengurangan sedimentasi tersebut dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan *maintenance dredging* agar mencapai kedalaman yang dapat dilalui kapal dan dilakukan secara berkala.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengerukan telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya, Fauziansyah (2018) telah menganalisis pemilihan metode pengerukan, menghitung volume sedimen yang akan dikeruk serta memberi rekomendasi kapal keruk yang paling efektif untuk *maintenance dredging* pada kolam labuh Tanjung Priok. Dengan hasil yang didapatkan bahwa kapal keruk TSHD dan Grab adalah kapal keruk yang tepat digunakan di area tersebut. Ginting (2019) telah melakukan penelitian Analisa Pengerukan Pada Alur Pelayaran Menuju Jetty PT Pertamina RU III, Plaju dimana dilakukan pemilihan armada keruk berdasarkan data lingkungan, lokasi buang, volume pekerjaan dengan mempertimbangkan 2 tipe kapal keruk yaitu CSD dan TSHD standar, kemudian dipilih kapal keruk yang efektif adalah tipe CSD. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh, Febrianti (2019) di area kolam pelabuhan PLTU 2 Jateng Adipala, dimana permasalahan yang terjadi adalah pendangkalan kolam labuh akibat pengendapan sedimen yang berasal dari sungai Serayu dan didukung dengan kondisi kolam pelabuhan terbuka yang menyebabkan kapal kesulitan melakukan proses bongkar batubara, kemudian hasil yang didapat untuk perhitungan kapal keruk yang paling efektif dan ekonomis adalah kapal keruk TSHD tipe A. Mahendra (2014) juga telah melakukan penelitian tentang *cutter suction dredger* yang sesuai dengan jenis material pada pembangunan Pelabuhan Teluk Lamong sebagai terminal *multipurposed* di Surabaya. Andriawati dkk. (2015)

pernah melakukan penelitian tentang efektifitas kegiatan pengerukan sedimentasi di Waduk Wonogiri dengan 4 simulasi alternatif waktu pengerukan sedimentasi dan penambahan kapal keruk, selanjutnya ditentukan alternatif yang paling efektif dengan memperhitungkan nilai ekonominya. Berdasarkan analisis sedimentasi, analisis ekonomi, dan analisis efektifitas dan didapatkan hasil bahwa alternatif yang paling layak adalah alternatif 3 karena lebih efektif secara ekonomi daripada alternatif yang lain.

Selain itu, Firdaus dkk. (2013) juga melakukan penelitian tentang studi pengerukan alur pelayaran pelabuhan di Tanjung Emas Semarang karena pelabuhan ini mengalami pertumbuhan yang sangat pesat, namun pada alur pelayaran mengalami pendangkalan yang dapat diakibatkan oleh transport sedimen, yang dipengaruhi oleh pasang surut dan arus yang dapat mempercepat pendangkalan alur. Oleh karena diperlakukan perawatan alur pelayaran untuk mengatasi pendangkalan yang terjadi yaitu dengan melakukan pengerukan yang bertujuan untuk mengetahui berapa banyak jumlah sedimen yang dikeruk hingga didapatkan kedalaman yang diinginkan yaitu -10m LWS. Penelitian berikut yang dilakukan oleh, Lutfie (2017) ini membahas mengenai analisis pelaksanaan pengerukan alur pelayaran dan kolam pelabuhan, analisis yang dilakukan berdasarkan perhitungan volume pengerukan disetiap spot serta analisis resiko terkait pada ketelitian pengukuran yang berdampak pada hasil perhitungan volume. Selain itu, desain alur dan kolam diukur menggunakan sistem bathimetri menggunakan alat Echo Sounder, sehingga row data yang ada di jadikan standar desain Alur Pelayaran dan Kolam Pelabuhan.

Setiap pengerjaan pengerukan memiliki perbedaannya bergantung kondisi lingkungan di area pengerukan masing – masing sehingga dalam pengerjaan pengerukan di tiap daerah tidak dapat disamakan. Jenis material yang dikeruk, lokasi pengerukan, dan faktor lainnya sebagai penentu pemilihan metode kapal keruk yang dapat dilakukan. Selain itu, tentu ada pertimbangan analisis durasi waktu dan biaya selama pekerjaan agar dapat mengerjakan pengerukan dengan efektif dan ekonomis. Pada tugas akhir ini memiliki fokus tentang pemilihan kapal keruk. Objek yang diambil adalah pekerjaan pengerukan di Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya, dilakukan dengan menghitung

volume laju sedimentasi dengan menggunakan *Software Autocad Land Civil 3D*. Setelah itu, pemilihan kapal keruk dilakukan dengan pertimbangan berdasarkan Pedoman Teknis 2017 PERLA serta dilakukan analisis durasi waktu dan biaya hingga akhirnya memilih metode kapal keruk paling efektif dan ekonomis yang dapat digunakan dalam melakukan pekerjaan pengerukan di Terminal domestik PT TPS.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya

PT. Terminal Petikemas Surabaya atau disingkat PT TPS adalah salah satu anak perusahaan PT Pelabuhan Indonesia/Pelindo III Persero. PT TPS memberikan layanan jasa terminal petikemas ekspor-impor dan domestik. Dengan memiliki fasilitas terminal internasional dan juga terminal domestik. PT TPS menjalankan bisnis inti sebagai operator terminal petikemas, sebagai gerbang perekonomian dari kegiatan ekspor – impor di wilayah Indonesia Timur dan merupakan terminal pertama di Indonesia yang menerapkan standar keamanan kapal dan fasilitas pelabuhan yang sudah diberlakukan sejak Juli 2004 lalu. Berikut ini adalah Layout dari terminal domestik PT TPS terdapat pada **Gambar II.1**.



Gambar II.1 Lokasi Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya

(Sumber : *Google Earth Pro*)

2.2.2 Sedimentasi

Menurut Khatib dkk. (2013), Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Sedimen ini terbawa oleh aliran air dari satu tempat ke tempat yang lain sampai mengendap pada lokasi tertentu. Sedimen yang bercampur air dalam jumlah sedikit tidak membuat warna air berubah, sedangkan pada air yang mengandung banyak sedimen dapat berwarna coklat keruh.

Sedimen yang terendap pada suatu daerah mempunyai beberapa manfaat bagi kehidupan, antara lain dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, bahan *coastal restoration* dan sebagai tempat berkembang biak beberapa spesies air (Al Hakim dkk, 2017). Namun jika terlalu banyaknya sedimen yang terendap dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan dan kerugian ekonomi seperti, apabila pengendapan sedimen terjadi di pelabuhan akan menyebabkan terjadinya pendangkalan yang akan membatasi kapal yang akan bersandar atau berlalu lalang disekitar dermaga, aktivitas kegiatan bongkar muat akan terganggu yang akhirnya membuat pelayanan di dermaga menurun.

Sifat – sifat sedimen sangat penting didalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat – sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya. Diantaranya beberapa sifat tersebut, distribusi ukuran butir adalah yang paling penting (Triatmodjo, 1999).

Sedimen dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran butirannya menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, *cobble*, dan batu. **Tabel II.1** berikut menunjukkan klasifikasi butiran sedimentasi (Triatmodjo, 1999).

Tabel II.1 Klasifikasi Ukuran Butiran Sedimentasi

(Sumber : Triatmodjo, 1999)

Klasifikasi		Diameter Partikel (mm)
Batu		256
<i>Cobble</i>		128
Koral (<i>Pebble</i>)	Besar	64
	Sedang	32
	Kecil	16

Klasifikasi		Diameter Partikel (mm)
	Sangat Kecil	8
	Kerikil	4
Pasir	Sangat Kasar	2
	Kasar	1
	Sedang	0,5
	Halus	0,25
	Sangat Halus	0,063
Lumpur	Kasar	0,031
	Sedang	0,015
	Halus	0,0075
	Sangat Halus	0,0037
Lempung	Kasar	0,0018
	Sedang	0,0009
	Halus	0,0005
	Sangat Halus	0,0003

2.2.3 Perhitungan Volume sedimen

2.2.3.1 Software Autocad CIVIL 3D

Software AutoCAD CIVIL 3D merupakan perangkat lunak desain teknik sipil dan solusi dokumentasi yang mendukung alur kerja pemodelan informasi bangunan. *Software Autocad Civil 3D* yang digunakan adalah versi Autocad Civil 3D 2018 dengan lisensi menggunakan *student lisenca version* yang dapat diakses melalui website resmi Autodesk (<https://www.autodesk.com/education/free-software/civil-3d>). Perangkat lunak ini juga dapat digunakan di beberapa bidang pekerjaan, salah satunya pada pekerjaan pengerukan di laut. Untuk mendukung pekerjaan dilaut, perangkat lunak ini dapat membuat permukaan tanah (*surface*), dengan membuat titik – titik (*point*) secara tiga dimensional, dimana titik – titik tersebut langsung diambil dari hasil pengukuran di lapangan dengan koordinat X, Y serta elevasinya. Dari pembentukan permukaan tanah (*surface*) dapat dilakukan untuk perhitungan volume keruk (Autodesk , 2020).

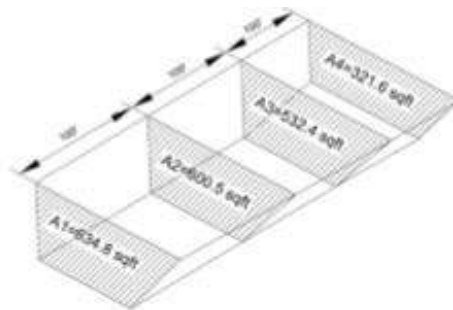
Salah satu metode yang digunakan untuk perhitungan volume keruk dengan membagi tiap *section* adalah metode *Average End Area*. Pada metode ini

menghitung volume antara dua penampang, daerah penampang rata – rata dirata – ratakan dan dikalikan dengan jarak antara penampang untuk menentukan volumenya. Metode ini dilakukan pada tiap section mempunyai bentuk yang sama (Yuwono, 2005)

Metode ini dinyatakan pada **Persamaan (2.1)** berikut ini.

$$V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana volume dihitung dari dua penampang A1 dan A2, jarak L antara kedua daerah tersebut. Berikut ini penggambaran dari metode *Average End Area* dapat dilihat pada **Gambar II.2**.



Gambar II.2 Metode *Average End Area*
(Sumber : Yuwono, 2015)

2.2.3.2 Metode Grid atau Borrow Pit

Cut and fill merupakan metode yang digunakan untuk menentukan volume galian atau timbunan tanah pada suatu tempat. Salah satu metode untuk menghitung volume yaitu metode *Grid “Borrow Pit”*. Cara perhitungan pada metode ini dilakukan dengan membuat *Grid* atau kavling kemudian didapatkan elevasi setiap sudutnya. Volume didapatkan dengan mengalikan tinggi rata – rata pada setiap kavlingan luasan dengan luasan masing - masing kavling (Yusuf, 2018). Dalam perhitungan menggunakan metode *Borrow Pit* jika terdapat bentuk yang tidak seragam, maka dapat dihitung terpisah. Semakin kecil ukuran kavlingan akan semakin teliti dalam perhitungan volume galian. Volume total adalah jumlah volume dari keseluruhan kavling seperti ditunjukkan pada **Persamaan (2.2)**.

$$V = \left(\frac{A}{4}\right) \times ((1 \times \sum h_1) + (1 \times \sum h_2) + (1 \times \sum h_3) + (1 \times \sum h_4)) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

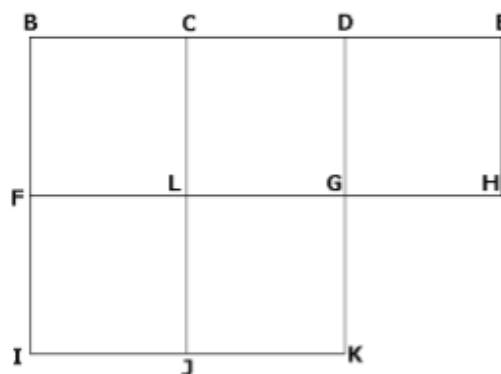
A = luas 1 kaplingan yang seragam (m²)

h1= tinggi yang digunakan untuk hitungan volume 1 kali

h2 = tinggi yang digunakan untuk hitungan volume 2 kali

h3 = tinggi yang digunakan untuk hitungan volume 3 kali

h4 = tinggi yang digunakan untuk hitungan volume 4 kali



Gambar II.3 Metode Borrow Pit

(Sumber : Yuwono, 2015)

2.2.4 Pengerukan (Dredging)

2.2.4.1 Pengerukan

Pengertian pengerukan dijelaskan pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 52 Tahun 2011 Bab 1 Pasal (1), tentang penegerukan dan reklamasi, pengerukan adalah pekerjaan mengubah bentuk dasar perairan untuk mencapai kedalaman dan lebar yang dikehendaki atau untuk mengambil material dasar perairan yang dipergunakan untuk keperluan tertentu.

Pekerjaan pengerukan dapat dibagi menjadi 2 jenis kegiatan, yaitu pekerjaan pengerukan yang hasil material keruknya tidak dimanfaatkan atau dibuang dan pekerjaan pengerukan yang hasil material keruknya dimanfaatkan. Untuk pekerjaan pengerukan dengan hasil material keruknya tidak dimanfaatkan adalah kegiatan pekerjaan pengerukan untuk pendalaman alur pelayaran dan kolam pelabuhan atau untuk keperluan lainnya, anantara lain untuk pembangunan

dermaga, penahan gelombang, saluran air masuk, pendalaman galangan kapal, dan lain- lainnya. Sedangkan hasil material keruk yang dimanfaatkan adalah kegiatan pekerjaan pengerukan untuk reklamasi dan penambangan.

2.2.4.2 Tujuan Pengerukan

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 52 Tahun 2011 Bab 2 Pasal (2) tujuan pekerjaan pengerukan dilakukan untuk :

1. Membangun alur-pelayaran dan/atau kolam pelabuhan laut.
2. Membangun alur-pelayaran dan/atau kolam terminal khusus.
3. Memelihara alur-pelayaran dan/atau kolam pelabuhan laut.
4. Memelihara alur-pelayaran dan/atau kolam terminal khusus.
5. Pembangunan pelabuhan laut.
6. Pembangunan penahan gelombang.
7. Penambangan dan/atau
8. Membangun, memindahkan, dan/atau membongkar bangunan lainnya.

2.2.4.3 Tipe – Tipe Pengerukan

Menurut Adlin (2017), secara garis besar pengerukan dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Pengerukan Awal (*Capital Dredging*)

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

2. Pengerukan Perawatan (*Maintenance Dredging*)

Maintenance Dredging dilakukan pada tipe tanah yang belum lam mengendap. Pengerukan ini dilakukan untuk membersihkan *siltation* yang terjadisecara alami. Pengerukan ini biasanya diterapkan pada perawatan alur pelayaran danpelabuhan.

3. Pengerukan Ulang (*Remedial Dredging*)

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

Dalam penelitian kali ini pengerukan dilakukan untuk melakukan perawatan kedalaman (*Maintenance Dredging*) di terminal domestik PT TPS agar kapal yang bongkar muat dan berlabuh dapat bersandar dengan aman dan tidak kandas.

2.2.4.4 Persyaratan Teknis Pengerukan

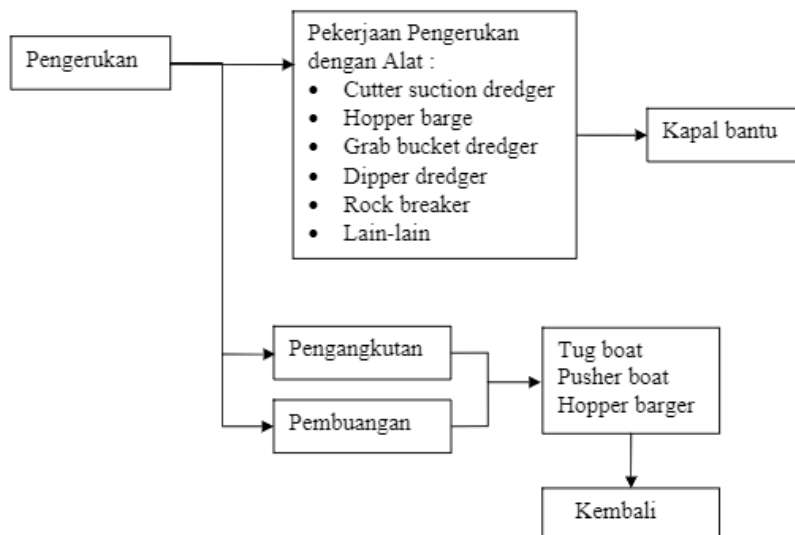
Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 52 Tahun 2011 Bab 2 Pasal (5), dalam pekerjaan pengerukan harus memenuhi beberapa persyaratan teknis, yaitu sebagai berikut :

1. Desain Teknis paling sedikit memuat :
 - a. Layout (peta bathimetric)
 - b. Profil/potongan memanjang dan melintang
 - c. Lebar alur, luas kolam, dan kedalaman sesuai dengan ukuran kapal yang akan melewati alur pelayaran
 - d. Alignment alur-pelayaran
 - e. *Slope* kemiringan alur-pelayaran
 - f. Hasil survei jenis material keruk
 - g. Lokasi dan titik koordinat geografis area yang akan dikeruk
 - h. Volume keruk.
2. Peralatan keruk meliputi :
 - a. Jenis kapal keruk hopper
 - b. Non hopper.
3. Metode kerja meliputi :
 - a. Tata cara pelaksanaan pekerjaan pengerukan
 - b. Penggunaan peralatan
 - c. Jadwal pelaksanaan pekerjaan pengerukan
 - d. Produktifitas kerja.
4. Lokasi pembuangan hasil keruk (*dumping area*) dengan persyaratan tidak diperbolehkan di :

- a. Alur pelayaran
- b. Kawasan lindung
- c. Kawasan suaka alam
- d. Taman nasional
- e. Taman wisata alam
- f. Kawasan cagar budaya dan ilmu pengetahuan
- g. Sempadan pantai
- h. Kawasan terumbu karang
- i. Kawasan mangrove
- j. Kawasan perikanan dan budidaya
- k. Kawasan pemukiman
- l. Daerah lain yang sensitif terhadap pencemaran sesuai dengan ketentuan peraturan perundangundangan.

2.2.4.5 Metode Pengerukan

Menurut Direktorat Jendral Perhubungan Laut Departemen Perhubungan (2017), pekerjaan secara garis besar dibagi mejadi 3 proses utama, yaitu penggalian, pengangkutan, dan pembuangan. Kapal yang dipakai pada masing – masing proses tersebut ditunjukkan pada **Gambar II.4** sebagai berikut :



Gambar II.4 Proses Pekerjaan Pengerukan

(Sumber : Departemen Perhubungan, 2006)

Menurut Febriyanti (2019), metode pekerjaan pengerukan dapat dilaksanakan dengan jenis kapal keruk *hopper* dan kapal keruk *non hopper*. Untuk

material keruk keras, semisal karang, pekerjaan pengerukan dapat dilaksanakan dengan beberapa cara penggalian material karang dengan metode mekanikal kemudian pemindahan material keruk dengan sistem pengerukan yang normal, bisa juga dengan penggalian material karang dengan metode peledakan karang kemudian pemindahan material keruk dengan sistem pengerukan normal, atau penggalian material karang dengan metode pemecahan karang melalui gelombang pendek atau *microwave*, dan yang terakhir pemotongan karang dengan menggunakan peralatan tekanan tinggi. Penggalian material keruk karang dengan metode peledakan harus mendapatkan rekomendasi/izin dari instansi yang berwenang.

2.2.5 Kapal Keruk

Menurut Pullar dan Hughes (2009), secara umum pemilihan peralatan pengerukan untuk sebuah proyek ditentukan oleh kontraktor yang ditunjuk untuk pekerjaan berdasarkan ketersediaan saat rencana dan keuangan. Setiap kapal keruk memiliki tipe yang berbeda – beda itu berkaitan dengan cara pengambilan sedimen dan pembuangan hasilnya. Dalam penelitian kali ini fokus ke tipe kapal *Grab Dredger (GD)*, dan *Cutter Suction Dredger (CSD)*. Berikut ini adalah daftar peralatan pengerukan yang pada prinsipnya bisa digunakan untuk mengeruk perairan:

- a. *Trailing Suction Hopper Dredger – TSHD*
- b. *Grab Dredger – GD*
- c. *Backhoe Dredger – BHD*
- d. *Bucket Ladder Dredger – BLD*
- e. *Suction Dredger – SD*
- f. *Cutter Suction Dredger – CSD*

2.2.5.1 Grab Dredger / Clamshell

Grab Dredger biasanya terdiri dari clamshell grab yang tersambung ke crane dengan kawat baja untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar II.5**. Proses pengerukan menggunakan kapal ini dengan crane ini dinaikkan di atas ponton atau kapal. Grab diturunkan hingga dasar air untuk mengangkat sedimen

keruk. Kemudian bahan hasil kerukan akan diangkat dan diletakkan di dalam tongkang yang tertambat disampingnya. Kemudian setelah tongkang terisi dengan penuh tug boat akan membawa tongkang ke lokasi pembuangan.

Menurut Febriyanti (2019), Karakteristik dari kapal *grab dredger* adalah sebagai berikut :

- Mampu mengeruk dengan akurat di titik yang tepat
- Cocok dipakai di lokasi berpasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah
- Dapat digunakan untuk pengerukan dengan jumlah kecil di berbagai kedalaman
- Produktivitas tergantung pada kekuatan tanah
- Dapat beroperasi tanpa mengganggu kapal lainnya
- Kurang baik dipakai di lokasi berlumpur
- Kapasitas pengerukan relatif kecil

Kapal ini memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Dapat mengeruk dengan cara membuat jalan didepan kapal ketika melakukan pengerukan di daerah yang dangkal
- Cocok untuk daerah pengerukan terbatas dan untuk berbagai kedalaman
- Dapat mengeruk tanah yang cukup padat, seperti tanah liat dan bebatuan yang longgar
- Ukuran material yang diambil dapat diubah sesuai kebutuhan (1m^3 - 20m^3)

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini :

- Kurang produktif jika digunakan untuk mengeruk tanah dan bebatuan yang keras
- Produktivitas relatif rendah ($100\text{-}800\text{ m}^3/\text{jam}$ tergantung pada ukuran *grab* dan material)
- Menghasilkan kekeruhan yang relatif tinggi namun bisa diatasi dengan menggunakan *grab special*
- Tidak mudah dipindahkan dari jalur pelayaran
- Dibutuhkan yang sesuai untuk kapal tunda dan tongkang.



Gambar II.5 *Grab Dredger*

(Sumber : Pullar dan Stuart, 2009)

2.2.5.2 *Cutter Suction Dredger – CSD*

Cutter Suction Dredger merupakan kapal keruk dengan cara kerja memotong dan menghancurkan material keruk yang ada dibawah untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar II.6**. cara kerja kapal ini dengan menyedot material keruk dengan menggunakan pipa hisap yang terhubung dengan pompa sentrifugal. Kapal ini dapat mengeruk berbagai macam material dan pada kedalaman yang bervariasi. CSD diklasifikasikan kedalam kapal keruk Hidrolik, yang memiliki kemampuan untuk mengeruk hampir seluruh jenis tanah (Pasir, Tanah liat, Batu).

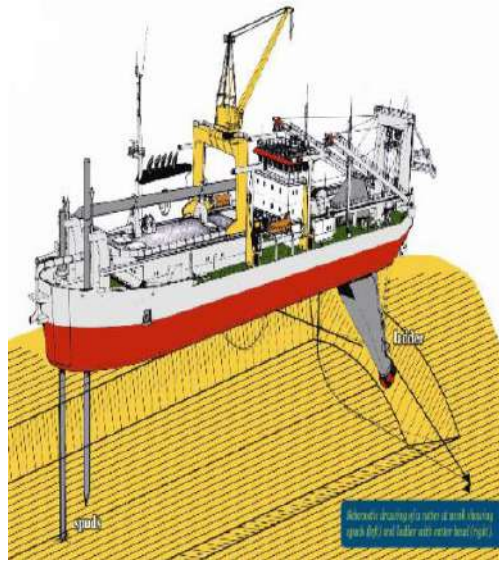
Kelebihan kapal jenis ini adalah:

- Mampu mengeruk berbagai bahan, termasuk batu
- Dapat memindahkan material kerukan langsung ke pembuangan terdekat, daerah reklamasi, maupun ke dalam tongkang
- Dapat mengeruk dengan menggali jalan ke depan saat mengeruk daerah yang dangkal
- Kapasitas produksi cukup tinggi (500-3000 m³/jam, tergantung ukuran kapal, kapasitas barge penampung, dan tipe tanah).

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini:

- Keterbatasan kerja dalam kondisi gelombang sedang

- Kurang fleksibel dalam perubahan lokasi



Gambar II.6 *Cutter Suction Dredger – CSD*

Sumber : (IADC,2013)

2.2.6 Pertimbangan Berdasarkan Pedoman Teknis 2017

Menurut Direktorat Jendral Perhubungan Laut Departemen Perhubungan (2017), ada beberapa pertimbangan yang harus ditinjau terlebih dahulu sebelum melakukan proyek pengerukan yang bertujuan untuk menentukan pemilihan jenis kapal keruk yang akan digunakan dalam suatu pekerjaan proyek pengerukan. Sehingga pekerjaan pengerukan ini dapat dikerjakan secara efektif dan ekonomis baik dari segi waktu dan biaya. Pertimbangan ini juga bertujuan untuk meningkatkan optimalisasi pengerukan dan untuk mengurangi dampak dari sedimentasi sendiri. Tahapan pemilihan alat keruk terdiri dari 2 (dua) tahapan yang dimulai dari penentuan tipe alat keruk dan dilanjutkan dengan penentuan kapasitas alat keruk.

Dalam menentukan tipe kapal keruk terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk mendapat kepastian bahwa kapal keruk dapat beroperasi dengan maksimal saat pelaksanaan pekerjaan pengerukan antara lain :

- 1) Jenis material keruk
- 2) Kedalaman awal lokasi pengerukan
- 3) Kedalaman rencana/*desain depth* di lokasi pengerukan
- 4) Kecepatan arus melintang maksimum di lokasi pengerukan

- 5) Tinggi gelombang di lokasi pengerukan
- 6) Kepadatan lalu – lintas kapal di lokasi pengerukan

Dalam menentukan metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis perlu dilakukan pemilihan kapal keruk yang sesuai dengan kondisi lingkungan di sekitar area tersebut. Dari beberapa parameter diatas dapat ditentukan dengan menggunakan maktrik pemilihan tipe kapal keruk pada **Tabel II.2**.

Tabel II.2 Matriks Pemilihan kapal Keruk

(Sumber : IPC Corporate University, 2017)

Kondisi Lapangan		Tipe Kapal					
		TSHD Standar	TSHD Kecil	CSD	BUCKET WHEEL	GRAB	BACKHOE
Jenis Material	Lumpur Lunak	1	1	1	1	2	2
	Lumpur Padat	1	2	1	1	1	2
	Pasir Halus	1	1	1	1	2	2
	Pasir Medium	1	1	1	1	2	2
	Pasir Kasar	1	2	1	1	2	1
Kondisi Laut	Perairan Tertutup	3	2	1	1	2	2
	Terlindungi	1	1	1	1	1	1
	Terbuka	1	2	3	3	N	3
Lokasi Buang	Darat	2	2	1	1	2	2
	Pantai	1	1	1	1	N	N
	Laut	1	1	N	N	1	1
	<100.000 m ³	2	1	1	1	1	1
	<250.000 m ³	1	2	1	1	2	2
	<500.000 m ³	1	2	1	1	3	3
	<500.000 m ³	1	2	1	1	3	3
Lalu Lintas Padat		1	1	3	3	2	1

Dengan catatan sebagai berikut :

1 = cocok; 2 = dapat dioperasikan; 3 = sulit dioperasikan; N = tidak dapat dioperasikan.

Selain dari matrik pada tabel diatas, penentuan kapal keruk juga dapat menggunakan matriks yang ditunjukkan pada **Tabel II.3** sebagai berikut.

Tabel II.3 Matriks Pemilihan Kapal Keruk

(Sumber : Departemen Perhubungan, 2017)

Parameter	Rentang Parameter		Suction		Cutter Section	Grab / Clamshell		Backhoe	Dipper	Bucket	
			Trailing	Stationary		Hopper	Non hopper			Wheel	Chain
Jenis Material	Clay (Lempung)	Soft (Lunak)	1	1	3	1	2	2	2	1	1
		Medium	2	2	3	2	2	1	2	2	1
		Stiff (Padat)	3	3	3	3	3	1	1	2	1
	Silt (Lanau)	Loose (Lepas)	1	1	1	2	2	2	3	1	2
		Cohesive (Lengket / Pekat)	1	1	1	1	1	2	3	1	1
	Sand (Pasir)	Fine (Halus)	1	1	1	2	2	2	3	1	1
		Medium	1	1	1	2	2	2	2	1	1
		Coarse (Kasar)	1	1	1	1	1	2	1	1	2
	Gravel (Kerikil)	Uniform	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Batu	Boulders	N	N	3	3	2	1	1	3	2
		Very weak rock	3	3	1	3	3	1	1	2	2
		Weak rock	N	N	1	N	N	1	1	3	3
		Moderately weak rock	N	N	2	N	N	2	2	N	N
		Pretreated rock	3	3	3	3	2	1	1	N	2
	Kedalaman Awal Minimum (m)	1			V						
1,5			V					V			
2							V				
3					V	V			V	V	
4		V									
Maksimum Kedalaman Pengerukan (m)	15							V			
	20								V		
	25						V				
	35	V		V						V	
	45				V						
	80					V					
Kecepatan Arus Max Melintang Perairan (knot)	0,5							V			
	1,5				V	V	V			V	
	2		V	V					V		
	3	V									
Tinggi Gelombang Max Perairan (m)	1,5		V		V	V	V	V	V	V	
	2			V							
	3	V									
Lah Lintas Kapal (Kapal / jam)	Rendah	0 - 1,0		V	V			V	V	V	
	Sedang	1,0 - 3,0				V	V				
	Padat	> 3,0	V					V			

Dengan keterangan :

1=sesuai (suitable); 2=Bisa(acceptable); 3=masih bisa(marginal);
N=biasanya tidak cocok (not usually suitable); V=Wajib Terpenuhi
(mandatory).

Setelah terpilihnya kapal keruk yang cocok digunakan di lokasi yang ingin dikeruk, kemudian penentuan kapasitas kapal keruk digunakan untuk mencapai efektifitas pelaksanaan dan optimalisasi biaya pengerukan dengan memperhatikan parameter sebagai berikut :

- 1) Volume pengerukan
- 2) Volume tampung & produktifitas keruk
- 3) Jarak dumping area
- 4) Kecepatan peralatan dalam menempuh dumping area
- 5) Parameter opsional lainnya seperti pemilihan kapal keruk berdasarkan tingkat akurasi verticl dan horizontal pada berbagai lokasi.

Dari hasil analisis pemilihan kapal keruk didapatkan berupa tipe kapal keruk dan jumlah peralatan yang digunakan.

2.2.7 Perhitungan Durasi Waktu dan Biaya

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pengerukan dengan mempertimbangkan beberapa yang tercantum dalam peraturan Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut 2017 sebagai berikut:

- 1) Waktu pelaksanaan pekerjaan
- 2) Sewa peralatan keruk
- 3) Jarak buang material keruk (*dumping area*)
- 4) Pemeruman (*sounding*)
- 5) Biaya mobilisasi/demobilisasi
- 6) Sewa *boat service*
- 7) Keuntungan dan Overhead yang dianggap wajar
- 8) Pelaporan
- 9) Biaya lainnya untuk menunjang operasional
- 10) Biaya supervisi/pengawasan

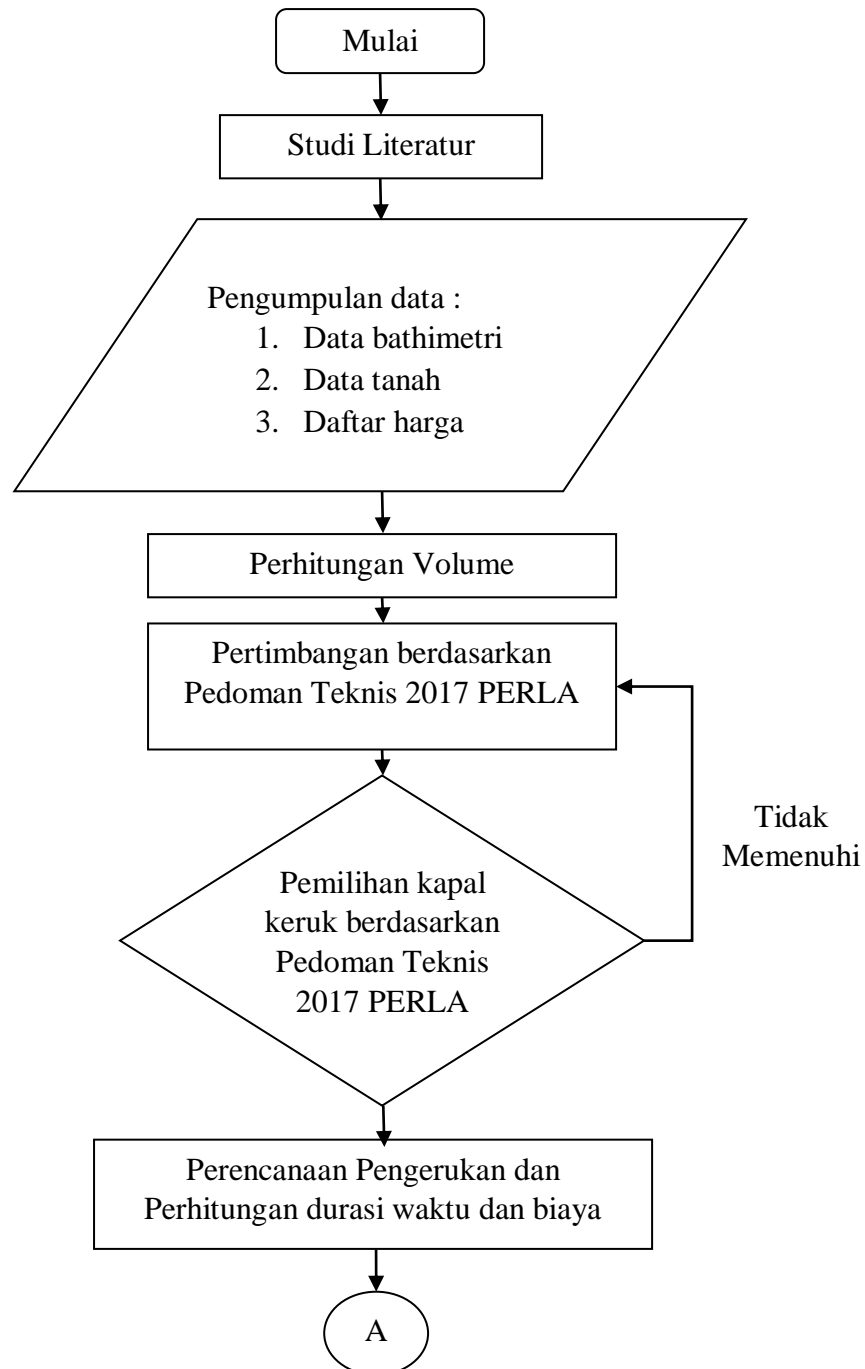
Menurut Febriyanti (2019), Perhitungan biaya sendiri sangat berkaitan erat dengan perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu, perhitungan waktu dan biaya pada pengerjaan pengerukan saling mempengaruhi. Dalam perhitungan waktu pelaksanaan pengerukan dipengaruhi beberapa hal – hal sebagai berikut :

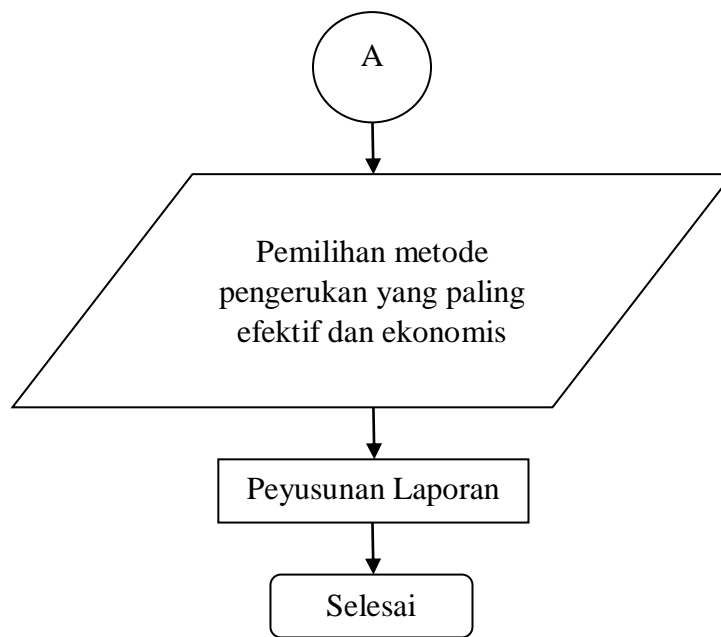
- 1) Pengerjaan persiapan
- 2) Volume keruk
- 3) Jenis material keruk
- 4) Jenis dan kapasitas peralatan keruk
- 5) Jarak buang material keruk (*dumping area*)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Adapun tahapan – tahapan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat digambarkan pada diagram alir sebagai berikut :





Gambar III.1 Diagram Alir

3.2 Prosedur Penelitian

Uraian penjelasan dari diagram alir penelitian yang tergambar pada **Gambar 3.1** adalah sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur

Tahap ini penulis mencari referensi yang mendukung penelitian ini setelah menentukan permasalahan yang akan dianalisis. Referensi terkait berupa jurnal, buku, standards, dan peraturan pemerintah yang berhubungan dengan kegiatan pengerukan untuk memahami lebih dalam mengenai pemilihan metode pengerukan, sedimentasi, serta perhitungan biaya pengerukan.

3.2.2 Pengumpulan data

Tahap ini penulis mengumpulkan data – data yang dibutuhkan untuk mengerjakan penelitian. Data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi, data bathimetri, data tanah, daftar harga. Data sekunder didapatkan dari PT RSB. Untuk desain rencana pengerukan terdapat dua opsi yang pertama dengan kedalaman -8 meter sepanjang 250 – 450 meter dengan slope 1:40 dan yang kedua dengan kedalaman -8 m sepanjang 250 – 450 m, kedalaman -6 m sepanjang 125 – 250 m, dan

kedalaman -5 m sepanjang 45 – 125 m serta *slope* sebesar 1 : 10 dengan lebar 90 m. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar III.2**.



Gambar III.2 Desain Rencana Pengerukan Opsi ke-2 pada Terminal Domestik
PT TPS

(Sumber : *Google Earth Pro*)

3.2.3 Perhitungan Volume Sedimentasi

Tahap ini penulis melakukan perhitungan volume sedimentasi yang akan dikeruk menggunakan *Software Autocad Civil 3D*. Selain itu perhitungan volume juga dilakukan secara analitik dengan menggunakan metode *Grid “Borrow Pit”* atau kavling. Dari pembuatan *grid* atau kavling didapatkan elevasi setiap sudutnya. Kemudian perhitungan volume didapatkan dengan mengalikan tinggi rata – rata pada setiap kavlingan luasan dengan luasan masing - masing kavling. Kemudian dapat di bandingkan antara perhitungan *software* dengan perhitungan manual. Dari hasil volume sedimen akan didapatkan laju sedimentasi dan pola sedimentasinya. Untuk kemudian digunakan untuk menjadi salah satu parameter dalam menentukan kapal keruk.

3.2.4 Pertimbangan berdasarkan Pedoman Teknis 2017 PERLA

Dalam tahap ini penulis menentukan beberapa kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan untuk memilih tipe kapal yang cocok di gunakan di lokasi TPS berdasarkan Pedoman Teknis 2017 PERLA.

3.2.5 Pemilihan Kapal Keruk Berdasarkan Pedoman Teknis 2017

Pada tahap ini penulis melakukan pemilihan tipe kapal keruk yang memenuhi kriteria yang telah ditentukan berdasarkan pertimbangan Pedoman Teknis 2017 PERLA. Tipe kapal yang mana yang sesuai digunakan di TPS.

3.2.6 Perencanaan Pengerukan Dan Perhitungan Durasi Waktu Dan Biaya

Tahap ini penulis melakukan analisa durasi waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan pengerukan dan melakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan pengerukan mulai dari awal sampai selesai. Dengan beberapa jenis kapal yang sudah ditentukan di tahap sebelumnya.

3.2.7 Pemilihan Metode Pengerukan Paling Efektif Dan Ekonomis

Tahap ini penulis akan memilih metode pengerukan yang paling efektif dari segi durasi waktu dan ekonomis dari perhitungan biaya. Pemilihan yang paling efektif dipilih berdasarkan durasi kapal yang cepat dalam menyelesaikan pekerjaan pengerukan dengan menyesuaikan jenis kapal yang cocok di lokasi TPS. Sedangkan pemilihan ekonomisnya dipilih berdasarkan biaya murah dalam menyelesaikan pekerjaan pengerukan dengan disesuaikan jenis kapal yang sudah ditentukan.

3.2.8 Penyusunan Laporan

Pada tahap yang terakhir ini penulis menyusun laporan hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini berada di PT. Terminal Petikemas Surabaya. Secara geografis dermaga domestik PT Terminal petikemas Surabaya terletak pada koordinat $7^{\circ}11'58.68''\text{LS}-112^{\circ}42'40.49''\text{BT}$. Seperti yang kita tahu PT TPS memiliki dua dermaga yaitu dermaga internasional dan dermaga domestik. Pada penelitian ini membahas cara menanggulangi sedimentasi yang terjadi di terminal domestik dengan cara melakukan pengerukan dengan kapal keruk. Dermaga Domestik sendiri mempunyai panjang 450 meter, Lebar 45 meter, dan kedalaman ideal -8 meter. Pada area di sekitar Terminal Domestik terdapat beberapa muara sungai oleh karena itu menjadi sumber utama sedimen yang ada di sekitar dermaga domestik dan sekitarnya. Lokasi penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar IV.1**.



Gambar IV.1 Lokasi Terminal Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya

(Sumber : *Google Earth Pro*)

4.2 Perancangan Pengerukan

Perancangan pengerukan pada penelitian ini berdasarkan data kapal terbesar yang berlabuh di terminal domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya. Data kapal terbesar ditunjukkan pada **Tabel IV.1**.

Tabel IV.1 Data kapal terbesar di dermaga domestik PT. TPS

(Sumber :<https://www.tps.co.id/layanan-online-dan-jadwal/>)

Nama Kapal	:	MV. Oriental Jade	
IMO	:	8902137	
<i>Gross Tonnage</i>	:	18000	
<i>Summer Deadweight</i>	:	26288	ton
Kapasitas	:	1743	TEU
LOA	:	176,57	m
B	:	27,5	m
T	:	7,1	m

Untuk kedalaman alur ditentukan berdasarkan Pedoman Teknis Pengerukan dan Reklamasi Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan Direktorat Perhubungan laut Departemen Perhubungan tahun 2006, kedalaman alur ditentukan berdasarkan draft kapal dengan memperhatikan gerakan guncangan kapal akibat kondisi alam seperti gelombang, angin, pasang surut, olengan kapal, dan kondisi material dasar laut. Kedalaman alur didalam pelabuhan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus seperti pada **persamaan (4.1)**.

$$d \geq 1,1 D \dots \dots \dots (4.1)$$

Dimana :

d = kedalaman alur

D = full draft kapal

Sesuai data kapal terbesar di dermaga domestik yang ditunjukkan pada **Tabel IV.1** untuk draft kapal terbesar di dermaga domestik PT. TPS adalah 7,1 meter, sehingga sesuai **persamaan (4.1)** kedalaman alur harus lebih besar dari 7,81 meter. Sehingga kedalaman rencana maksimum dibuat -8 meter yang disesuaikan dengan kedalaman ideal terminal domestik PT. TPS. Rencana lebar pengerukan di terminal domestik PT. TPS sebesar 90 meter tegak lurus terhadap bibir dermaga.

Dalam tugas akhir ini terdapat dua desain rencana, yaitu desain keruk 1 dengan lebar 90 meter kedalaman -3 meter pada kade 0 meter dan kedalaman -8

meter dari kade 200-450 dengan slope 1:40. Sedangkan desain keruk 2 lebar 90 meter kedalaman -8 meter dari kade 250-450, kedalaman -6 meter dari kade 120-250, dan -5 meter dari kade 45-120 dengan slope 1:10. Desain rencana pengerukan dapat dilihat pada **Gambar IV.2**.



Gambar IV.2 Desain rencana keruk terminal domestik PT. TPS tampak memanjang.

Slope adalah kemiringan pengerukan yang ditentukan berdasarkan jenis materialnya. Penentuan *slope* dan *siltation rate* pada tugas akhir ini mengacu pada Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi Tahun 2006 yang ditetapkan oleh Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan; Direktorat Jendral Pelabuhan Laut; Departemen Perhubungan. Daftar *slope* dan *siltation rate* dapat dilihat pada **Tabel IV.2**. Dikarena lokasi penelitian berdekatan dengan Pasuruan, maka menggunakan *slope* 1:10 dan *siltation rate* 10%. Sedangkan untuk desain keruk 1 menggunakan *slope* 1:40 karena semakin landai *slope* maka akan semakin stabil dan tidak mudah longsor.

Tabel IV.2 Daftar *slope* dan *siltation rate*

(Sumber : Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi, 2006)

No	Lokasi Alur Pengerukan	Slope	Siltation Rate	
			Alur (%)	Kolam (%)
16	Probolinggo	1:10	5	5
17	Pangkal Balam	1:8	5	-

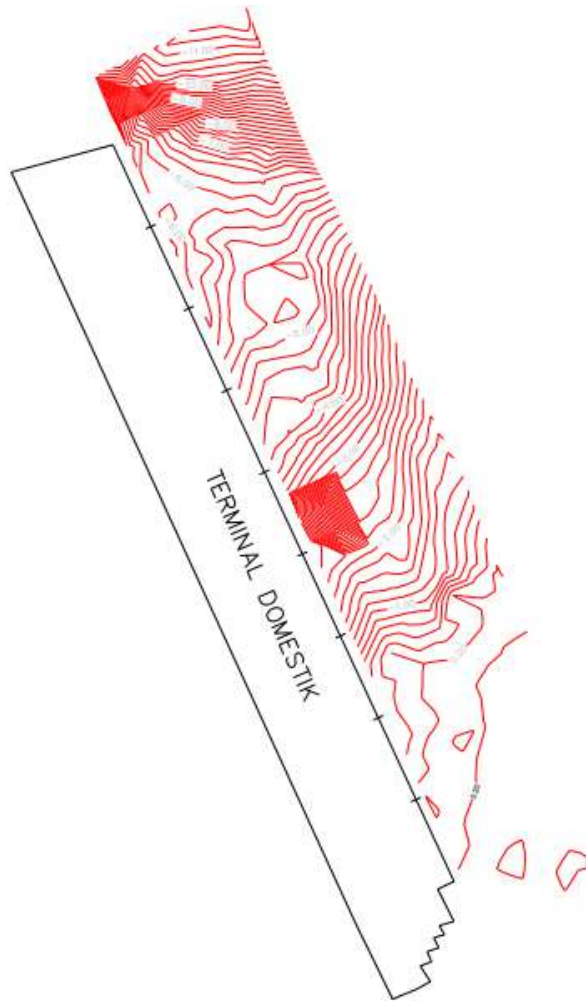
No	Lokasi Alur Pengerukan	Slope	Siltation Rate	
			Alur (%)	Kolam (%)
18	Tegal	1:6/1:10	10	5
19	Pasuruan	1:10	20	10
20	Kuala Cenaku	1:6	10	-

4.3 Perhitungan Volume Sedimen

Pada penelitian ini penulis akan melakukan perhitungan volume sedimen menggunakan dua metode, yang pertama menggunakan bantuan *AutoCAD CIVIL 3D 2018* dan yang kedua dengan perhitungan analitik menggunakan metode *Grid "Borrow Pit"*. Perhitungan volume sedimen yang akan dikeruk menggunakan data bathimetri bulan terbaru yaitu bulan Februari 2020.

4.3.1 Data Bathimetri

Data bathimetri digunakan untuk mencari volume sedimen dan mengetahui kedalaman di area yang akan dikeruk yang terdapat di Terminal Domestik PT TPS. Dalam perhitungan laju dan pola sedimentasi ini, penulis menggunakan 5 data bathimetri terminal domestik PT Terminal Petikemas Surabaya yang diambil pada waktu yang berbeda. Data bathimetri tersebut didapat dari hasil sounding secara berkala yang diambil pada 12 Maret 2019, 10 Juni 2019, 2 September 2019, 10 Oktober 2019, dan 1 Februari 2020. Dalam perhitungan volume sedimen menggunakan data bathimetri Februari 2020. Berikut pada **Gambar IV.3** adalah contoh kontur bathimetri di Terminal Domestik PT TPS pada bulan Februari 2020. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Lampiran A**.



Gambar IV.3 Kontur Bathimetri Terminal Domestik PT TPS Pada Bulan Februari 2020

(Sumber : PT. Rekabhumi Segarayasa Bestari, 2019)

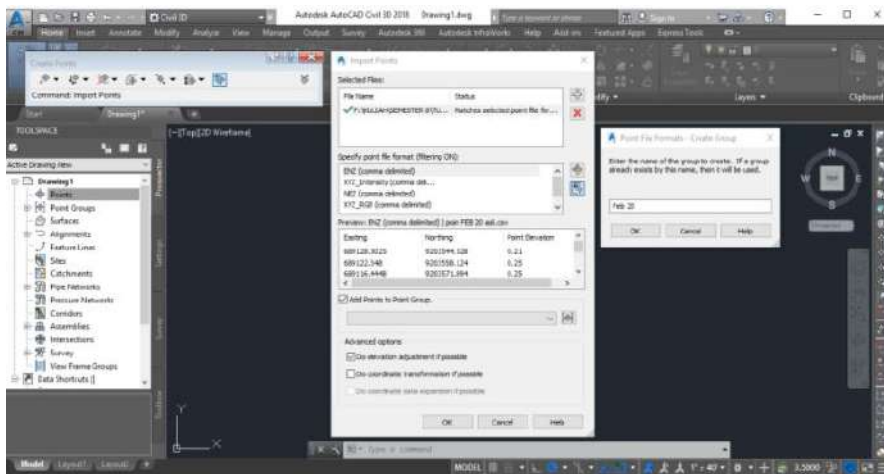
4.3.2 Perhitungan menggunakan *Autocad Civil 3D 2018*

Terdapat 2 metode dalam perhitungan volume pengerukan dengan *Software Autocad Civil 3D* dan metode analitik *Borrow Pit*. Pada perhitungan menggunakan *Software Autocad Civil 3D* dapat diakses menggunakan *student lisenca version*. Pada *software* ini berfungsi untuk membuat peta kontur dan juga melakukan perhitungan volume cut and fill. Untuk perhitungan volume dengan *software* ini prinsipnya yaitu menghitung antara dua permukaan surface yang berbeda dimana perhitungan dibatasi dengan area perhitungan (*boundary*).

Langkah-langkah perhitungan menggunakan *software* *Autocad Civil 3D 2018* adalah sebagai berikut :

1. Input Data Bathimetri

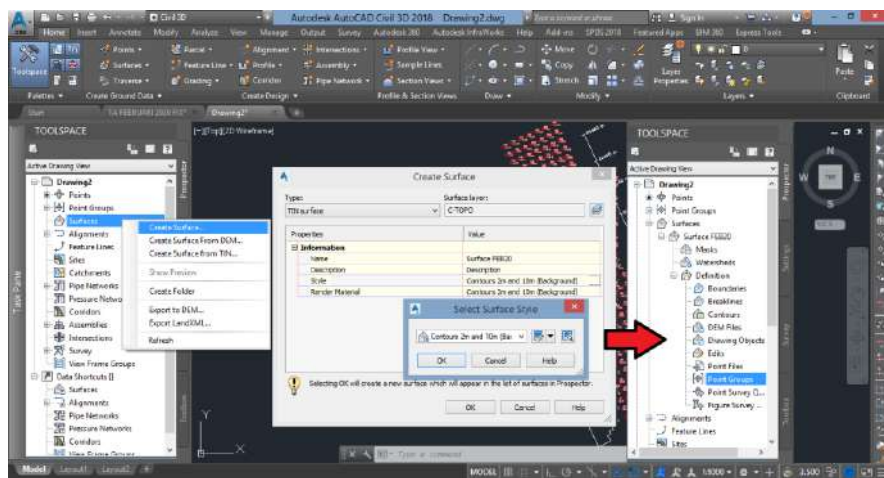
Sebelum menginput data bathimetri kedalam *software* pastikan setelah membuka *software* terlebih dahulu mengatur *setting* gambar pada AutoCAD CIVIL 3D 2018. Kemudian Input file data bathimetri yang sudah dalam bentuk CSV atau TXT ke *Autocad Civil 3D 2018* dengan cara *create point* lalu pilih *import point* pada *toolspace*. Proses input data bathimetri ke *Autocad Civil 3D 2018* ditunjukkan pada **Gambar IV.4**.



Gambar IV.4 Proses *Import Point*

2. Pembuatan Surface

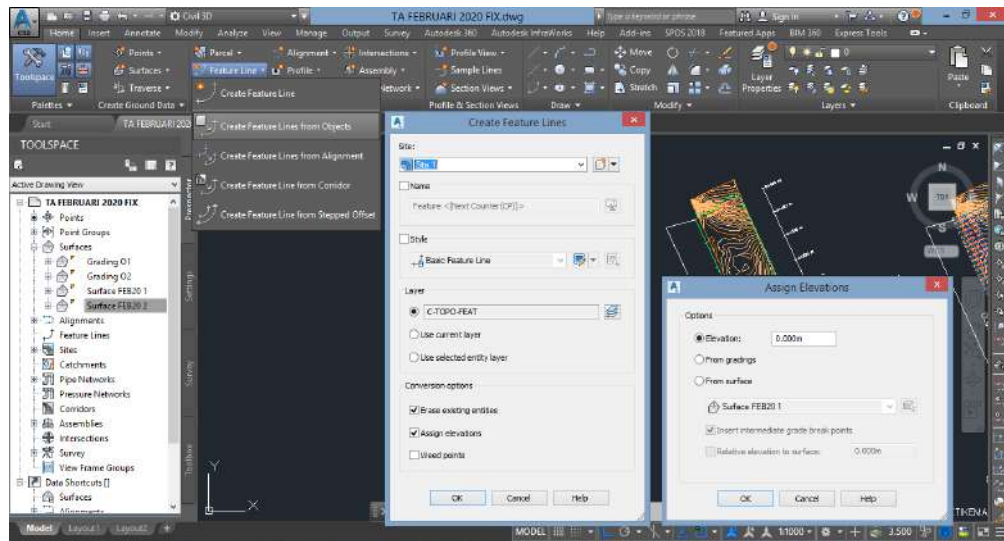
Setelah input data bathimetri kemudian membuat *surface* kontur eksisting pada *Autocad Civil 3D 2018*. Dengan cara pilih *surface* klik *create surface*. Setelah membuat *surface* kemudian *surface* tersebut didefinisikan untuk menampilkan kontur dengan *surface definition* pada pilihan *toolspace* yang terdapat pada **Gambar IV.5** berikut ini.



Gambar IV.5 Pembuatan *Surface Kontur Eksisting*

3. Membuat Desain Keruk

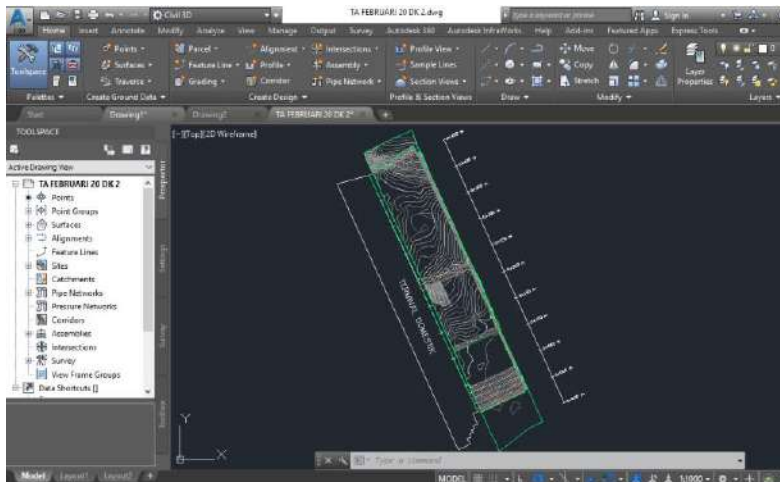
Langkah selanjutnya membuat rancangan area pengerukan yang ditunjukkan pada **Gambar IV.6** yang disesuaikan dengan rancangan yang sudah ditentukan sebelumnya. Pembuatan desain keruk ini menggunakan *tools feature line*. *Tools* ini dapat menghubungkan beberapa point hingga membentuk suatu area tertutup sekaligus sebagai pembatas area keruk. Elevasi dapat diatur dengan *feature line* yang sesuai dengan kedalaman desain rencana keruk yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar IV.6 Proses Pembuatan Desain Keruk

4. Membuat Grading

Grading berfungsi untuk menentukan kemiringan lereng pada area rencana keruk di setiap area yang ditentukan. menggunakan *grading creation tool* kemudian pilih *grade to surface* dan *grade to distance*. Sesuaikan *grading* dengan kemiringan yang sudah ditentukan untuk kemiringan melintang 1:5. Selanjutnya pilih *create infill* pada *grading creation tool* dan klik pada area keruk yang sudah ditentukan. Hasil dari *grading* dapat dilihat pada **Gambar IV.7**.



Gambar IV.7 Hasil Pembuatan Grading

5. Hasil Volume

Dalam perhitungan volume menggunakan *SoftwareAutocad Civil 3D 2018* prinsipnya membandingkan *surface* kontur eksisting dengan *surface* desain. Setiap *surface* rencana keruk didefinisikan dengan *surface grading*. Perhitungan volume dilakukan dengan membuat *surface* baru dengan tipe *TIN volume surface*. Dengan cara pilih *analyze* pada menu *toolbar* kemudian pilih *volume dashboard*. Kemudian masukkan *surface* yang sudah dibentuk untuk *surface* kontur eksisting adalah batas atas dan *surface* desain atau rencana pengerukan adalah batas bawah. Hasil dari perhitungan volume pada *Autocad Civil 3D 2018* dapat dilihat pada **Gambar IV.8** dibawah ini.

Name	B	M.	Cut F...	Fill ...	Style	2d Area(sq.m)	Cut(adjusted)(Cu. ...	Fill(adjusted)(Cu. ...	Net(adjusted)(Cu. ...	Net Graph
Volume Feb 20 Desain 2			1.000	1.000	Contours Fe...	41453.86	148903.38	1579.73	147323.65< Cut>	

Gambar IV.8 Hasil Volume *Cut* dan *Fill*

Sehingga berdasarkan hasil perhitungan volume pada gambar diatas didapatkan hasil volume pengerukan untuk desain keruk opsi kedua sebesar 163.793,72 m³ dengan penambahan siltasi 10% berdasarkan Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi 2006. *Siltation* adalah sedimen yang akan jatuh kembali ke dasar pada saat proses pengerukan, 10 % dari volume pengerukan yang diangkut akan jatuh kembali ke dasar sehingga perlu diperhitungkan. Hasil akhir perhitungan menggunakan *software Autocad Civil 3D* dapat dilihat pada **Tabel IV.3**.

Tabel IV.3 Hasil Perhitungan Volume dari *Autocad Civil 3D*

Desain Keruk	Volume Awal (m³)	Siltasi 10 %	Volume Akhir (m³)
Desain Keruk 1	168.860,60	16.886,06	185.746,66
Desain Keruk 2	148.903,38	14.890,34	163.793,72

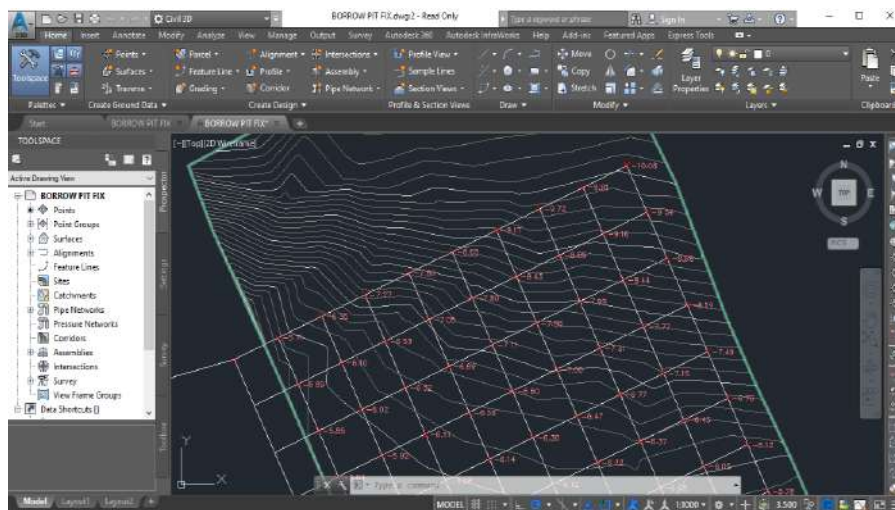
4.3.3 Perhitungan Manual

Metode *Grid* atau yang sering disebut metode *Borrow Pit*. Pada perhitungan ini dilakukan untuk menentukan volume galian atau timbunan tanah pada suatu tempat. Prinsip perhitungan metode ini dengan membagi daerah tersebut kedalam beberapa “kapling” yang seragam, biasanya bujur sangkar atau empat persegi panjang.

Langkah-langkah perhitungan menggunakan metode analitik *Borrow Pit* adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Grid atau Kavling

Dalam perhitungan manual, area yang akan dikeruk dibagi menjadi kavling dengan ukuran yang sama. Penulis membagi area dengan luas kavlingan sebesar 10 x 10 meter. Semakin kecil ukuran kavlingnya hasilnya akan semakin teliti hasil perhitungannya. Dalam membuat grid atau kavling pada area yang akan dikeruk digambar terlebih dahulu di *Autocad Civil 3D* 2018. Kemudian dapat dilihat pada tiap sudut Grid atau Kavling tinggi eksistingnya. Hasil dari pembuatan grid dan tinggi eksisting dapat dilihat pada **Gambar IV.9** berikut ini.



Gambar IV.9 Proses Pembuatan *Grid* atau Kavling

2. Perhitungan Volume Sedimen

Setelah membuat grid atau kavling dan mengetahui elevasi disetiap sudutnya maka dapat dihitung volume pengerukan pada rancangan area tersebut. Seperti yang sudah dijelaskan di awal, untuk menghitung volume menggunakan metode ini dengan mengalikan tinggi rata – rata pada setiap kavlingan luasan masing - masing kavling. Pada tugas akhir ini dalam menghitung volume sedimen dibantu dengan software Ms. Excel. Berikut ini persamaan yang dipakai untuk metode borrow pit:

$$V = \left(\frac{A}{4}\right) \times ((1 \times \sum h1) + (1 \times \sum h2) + (1 \times \sum h3) + (1 \times \sum h4)) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana untuk A adalah luasan dari Grid atau kavling dan h1, h2, h3, h4 didapat dari elevasi eksisting di kurangi dengan elevasi rencana area keruk di setiap sudutnya.

Tabel IV.4 Perhitungan Metode Borrow Pit

KD	Tinggi Eksisting (m)	Rencana (m)	Jenis "h"	Tinggi "h" (m)
0	0.24	-0,5	h1	0,74
	0.24	-0,5	h2	0,74
	0.23	-0,5	h2	0,73
	0.20	-0,5	h2	0,70
	0.17	-0,5	h2	0,67
	0.28	-0,5	h2	0,78
	0.24	-0,5	h2	0,74
	0.25	-0,5	h2	0,75
	0.28	-0,5	h2	0,78
	0.27	-0,5	h1	0,77
10	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-

KD	Tinggi Eksisting (m)	Rencana (m)	Jenis "h"	Tinggi "h" (m)
10	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
450	-5.71	-8	h1	2,29
	-5.71	-8	h2	2,29
	-6.35	-8	h2	1,65
	-7.27	-8	h2	0,73
	-7.86	-8	h2	0,14
	-8.65	-8	h2	-0,65
	-9.17	-8	h2	-1,17
	-9.72	-8	h2	-1,72
	-9.91	-8	h2	-1,91
	-10.08	-8	h1	-2,08

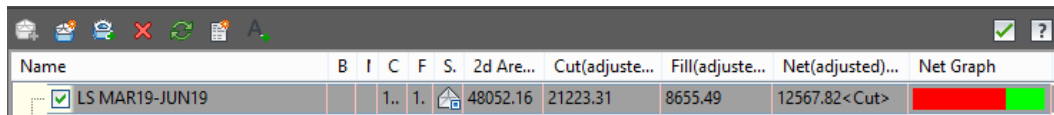
Tabel IV.5 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode *Borrow Pit*

Hasil Perhitungan Metode BORROW PIT		
A	=	100
$\sum h1$	=	3,81
$\sum h2$	=	697,25
$\sum h4$	=	5185,39
Volume Cut (m³)	=	147.161,07

Sehingga berdasarkan hasil perhitungan volume pada **Tabel IV.5** diatas didapatkan hasil *volume cut* sebesar 161.877,17 m³ dengan penambahan siltasi sebesar 10%. Sehingga dari kedua perhitungan menggunakan Autocad Civil 3D dan menggunakan metode Borrow Pit didapatkan error sebesar **1,17%**.

4.3.4 Laju sedimentasi

Analisis laju sedimentasi dilakukan dengan membandingkan dua data bathimetri yang dihitung pertambahan volume kemudian dibagi dengan rentang waktu dari kedua data bathimetri tersebut. Perhitungan laju sedimentasi ini akan mendapatkan 4 laju sedimentasi di terminal domestik PT TPS dengan menggunakan 5 data bathimetri yaitu, 12 Maret 2019, 10 Juni 2019, 2 September 2019, 10 Oktober 2019, dan 1 Februari 2020. Untuk pertambahan volume sedimentasi dibantu menggunakan bantuan Autocad CIVIL 3D 2018 yang ditunjukkan oleh volume *cut* satuan m³ seperti pada **Gambar IV.10**.



Gambar IV.10 Perhitungan Laju Sedimentasi Menggunakan Autocad CIVIL 3D 2018

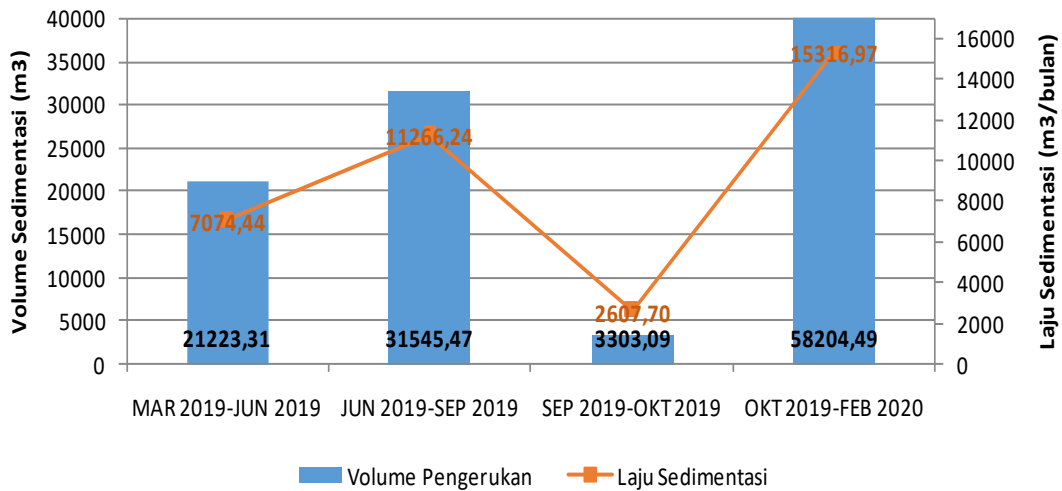
Sebagai salah satu contoh pada **Gambar IV.10** untuk hasil volume cut menunjukkan pertambahan sedimentasi untuk periode Maret – Juni 2019. Misalkan pada bulan Maret – Juni 2019 base surface atau batas bawah adalah bathimetri Juni 2019, sedangkan untuk comparasion surface adalah bathimetri bulan Maret 2019 begitu juga pada data bathimetri yang lain.

Tabel IV.6 Perhitungan Laju Sedimentasi Per Periode

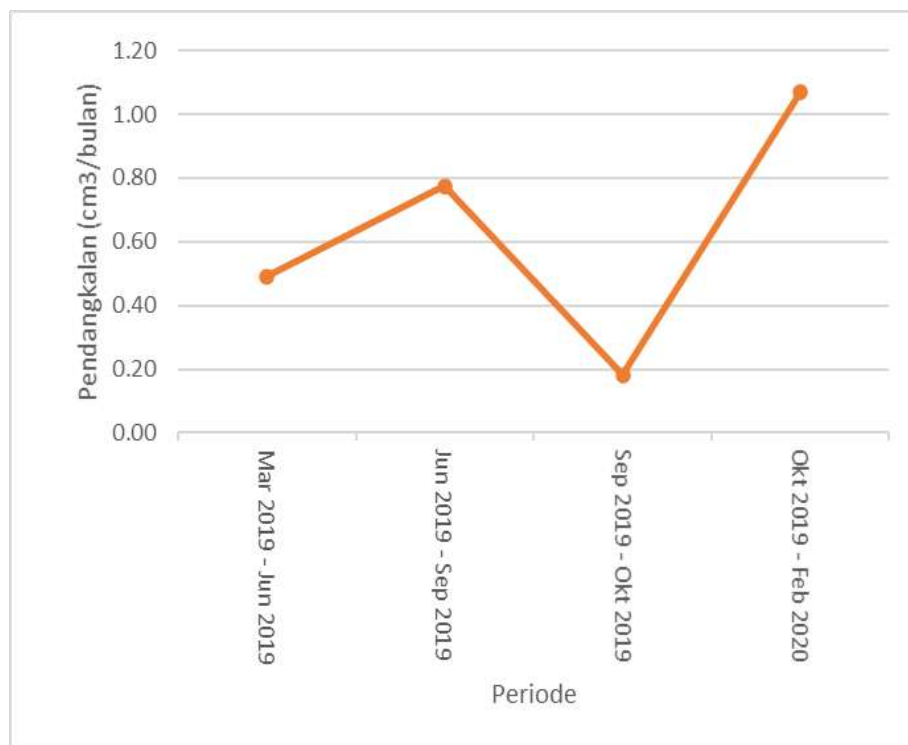
Periode	Hari	volume cut (m ³)	Laju sedimentasi (m ³ /hari)	Area	Rata - Rata Pendangkalan (m ³ /hari)
MAR 2019-JUN 2019	90	21.223,31	235,81	48.052,16	0,005
JUN 2019-SEP 2019	84	31.545,47	375,54	48.505,25	0,008
SEP 2019-OKT 2019	38	3.303,09	86,92	47.833,17	0,002
OKT 2019-FEB 2020	114	58.204,49	510,56	47.663,06	0,011
Rata - Rata			302,21	48.013,41	0,006

Dari Tabel diatas dapat disimpulkan bahwa sedimentasi yang ada di terminal domestik PT TPS mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Rata – rata kenaikan sedimentasi yang ada di terminal domestik PT TPS sebesar 302,21

m³/hari setara dengan 110.314,62 m³/tahun. Oleh karena itu pada terminal domestik PT TPS mengalami pendangkalan. Jika dilihat dari **Gambar IV.11** dan **Gambar IV.12** dapat disimpulkan bahwa pendangkalan terjadi semakin bertambah meskipun terjadi penurunan di periode September – Oktober 2019 yang mengakibatkan erosi. Namun setelah periode tersebut laju sedimentasinya semakin meningkat pesat.



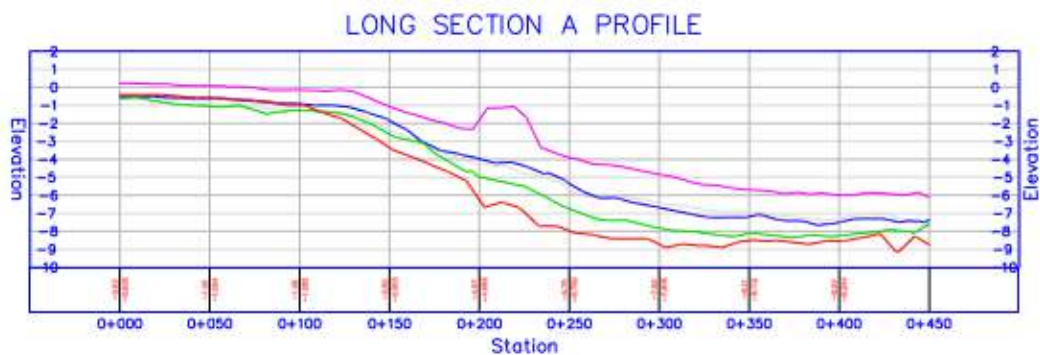
Gambar IV.11 Perbandingan Volume pengerukan dengan laju sedimentasi di TPS



Gambar IV.12 Grafik Rata – Rata Pendangkalan di Terminal Domestik PT TPS

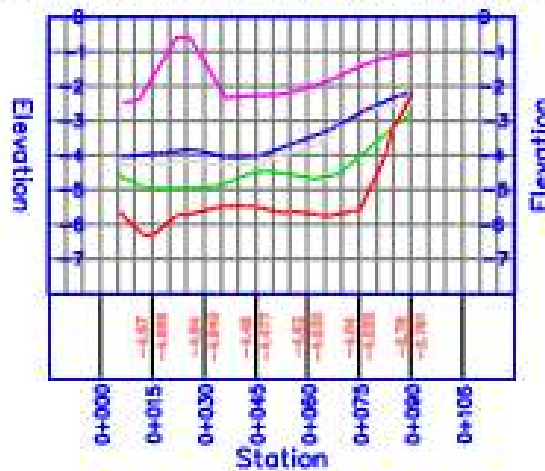
4.3.5 Pola Sedimentasi

Analisis pola sedimentasi dilakukan dengan mengoverlaykan beberapa data bathimetri dimana nantinya untuk mengetahui kemana sedimentasi bergerak dan didaerah mana yang paling banyak mengalami penumpukan sedimen. Sama seperti analisis laju sedimentasi, pola sedimentasi juga menggunakan kelima bathimetri yang dioverlay yang kemudian dicari potongan memancang (*Long Section*) dan potongan melintang (*Cross section*). Untuk potongan memanjang dibagi menjadi 6 potongan sesuai lebar desain keruk, sedangkan pootongan cross dibagi menjadi 10 potongan sesuai dengan panjang dermaga. Potongan memanjang dan potongan melintang dapat dilihat pada **Gambar IV.13** dan **Gambar IV.14**. Potongan gambar melintang dan memanjang dapat dilihat lebih lengkap pada Lampiran E.



Gambar IV.13 Potongan Memanjang (*Long section A*)

CROSS SECTION 0+200 m PROFILE



Gambar IV.14 Potongan Melintang (*Cross Section 0+200 m*)

Pada kedua gambar diatas dapat terlihat daerah mana saja yang paling rawan terjadi sedimentasi. Perubahan kedalaman dapat dilihat dari potongan memanjang dan potongan melintang dapat dilihat pada **Tabel IV.7**. Dapat dilihat tabel dibawah ini menjelaskan perubahan kedalaman (dalam satuan meter) sepanjang terminal domestik PT Terminal Petikemas Surabaya untuk setiap periode dari bulan Maret 2019 hingga bulan Februari 2020. Tanda positif menggambarkan penambahan sedimentasi dan sebaliknya tanda negative menunjukkan terjadinya erosi.

Tabel IV.7 Perubahan kedalaman (m) per periode pada Long Section A

		Periode			
		Mar-19	Jun-20	Sep-19	Oct-19
Long	Cross	Jun-19	Sep-19	Oct-19	Feb-20
	A	0+000	-0.23	1.3	-0.009
0+050		-0.45	0.45	-0.26	0.96
0+100		-0.27	0.36	-0.38	1.15
0+150		0.74	0.73	-0.47	1.27
0+200		1.32	0.99	-0.27	2.45
0+250		1.23	1.4	-0.33	1.76
0+300		0.91	1.13	0.25	1.59
0+350		0.39	0.93	0.23	1.26
0+400		0.29	0.75	0.21	1.28
0+450		1.14	0.25	-0.49	1.72

Berdasarkan tabel diatas bahwa pada periode Juni 2019 – September 2019 dan Oktober 2019 – Februari 2020 terjadi sedimentasi diseluruh area terminal domestik PT TPS. Kemudian daerah yang paling tinggi mengalami pendangkalan yaitu pada daerah kade 150 meter – 350 meter.

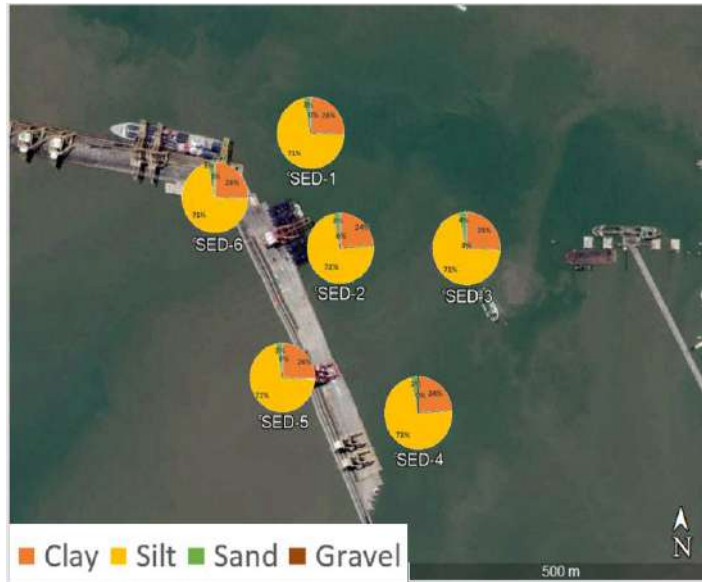
4.4 Pertimbangan Pemilihan Kapal Keruk

Pada pemilihan kapal keruk terdapat parameter yang menjadi dasar dalam pemilihan kapal keruk yang akan digunakan di Terminal Domestik PT TPS. Parameter tersebut dapat dilihat pada matriks pemilihan kapal keruk oleh Pedoman Teknis 2017 seperti pada **Tabel II.3** dan matriks pemilihan kapal oleh IPC Corporate University 2017 **Tabel II.2**. Dari kedua matriks tersebut untuk parameter yang akan dipertimbangkan menyesuaikan dengan data yang ada, tidak semua metode kapal keruk dapat diterapkan pada kondisi sama.

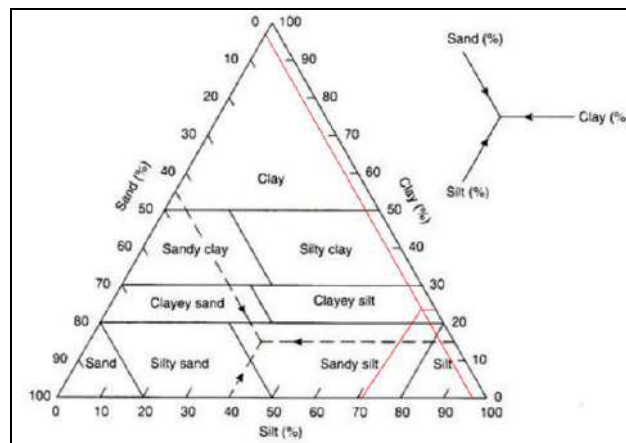
Terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan metode pengerukan yang dapat diterapkan di Terminal Domestik PT TPS yaitu :

4.4.1 Data Tanah

Data tanah yang ada diperoleh dari hasil uji laboratorium sampel sedimen Terminal Domestik PT TPS. Pengambilan sampel sedimen dilakukan di enam tempat dapat dilihat pada **Gambar IV.15** berikut ini. Hasil uji laboratorium sampel sedimen dapat dilihat pada **Gambar IV.16**.



Gambar IV.15 Titik Pengambilan Sampel Sedimen
(Sumber : PT. Rekahumi Segarayasa Bestari, 2019)



D50 (mm)	Gravel	Clay	Silt	Fine	Medium	Coarse
				Sand		
0.009	0.00%	24.995%	73.86%	3.145%		

Gambar IV.16 Grain Size Analysis
(Sumber : PT. Rekahumi Segarayasa Bestari, 2019)

Berdasarkan hasil Grain Size Analysis sampel sedimen Terminal Domestik PT TPS jadi dapat disimpulkan bahwa sedimen pada Terminal Domestik PT TPS termasuk jenis tanah lanau berlempung (*clayey slit*) karena presentase *slit* lebih banyak daripada *clay*.

4.4.2 Kondisi area pengerukan

Untuk kondisi area pengerukan sangat berpengaruh pada penggunaan alat (kapal), salah satunya keleluasaan saat beroperasi dimana terdapat lalu lintas kapal yang melakukan bongkar muat yang berpengaruh pada durasi waktu pekerjaan proyek pengerukan.

1. Lokasi Pembuangan Material Keruk (Dumping Area)

Lokasi buang material pengerukan Terminal Domestik PT TPS di daratan tepatnya belakang Terminal Domestik di sisi utara lapangan penumpukan antar pulau. Berikut ini titik koordinat lokasi pembuangan yang dapat dilihat pada Tabel IV.6 dan Gambar IV.17.

Tabel IV.8 Koordinat Lokasi Pembuangan Hasil Keruk

(Sumber : PT. Rekabhumi Segarayasa Bestari, 2019)

No	Titik Lokasi Pembuangan	Koordinat	
		Lintang Selatan	Bujur Timur
1	Titik 1	7°12'31,32" LS	112°43'11,28" BT
2	Titik 2	7°12'25,2" LS	112°43'8,4" BT
3	Titik 3	7°12'31,32" LS	112°42'57,24" BT
4	Titik 4	7°12'36,72" LS	112°42'59,4" BT



Gambar IV.17 Peta Titik Pembuangan Hasil Keruk

(Sumber : Google Earth, 2019)

2. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan yang digunakan adalah perhitungan volume yang sudah dilakukan sebelumnya. Total volume pengerukan dalam penelitian ini sebesar 163793,72 m³ sudah termasuk *siltation* 10%. Oleh karena itu, untuk volume pengerukan tersebut masuk kedalam kategori < 250,000 m³ yang disesuaikan dengan **Tabel II.3**.

Setelah mengetahui semua parameter kemudian dilakukan analisa operasional metode pengerukan dengan kondisi lingkungan sekitar. Berdasarkan parameter diatas yang terdapat di Terminal Domestik PT TPS maka dapat diketahui metode apa yang dapat diterapkan di area tersebut. Analisa dilakukan dengan mengacu pada **Tabel II.2** dan **Tabel II.3**. Dari parameter diatas, maka dihasilkan pada **Tabel IV.9**.

Tabel IV.9 Hasil Matriks Pemilihan Kapal Keruk

Kondisi Lapangan		Tipe Kapal				
		TSHD	CSD	Bucket Wheel	Grab	Backhoe
Jenis Material	Lanau Berlempung	1	1	1	2	2
Kondisi Laut	Perairan Terlindungi	1	1	1	1	1
Lokasi Buang	Daratan	2	1	1	2	2
Volume Pekerjaan	< 250.000 m ³	2	1	1	2	2
Kedalaman Pengerukan Rencana	8 m	V	V	V	V	V
		6	4	4	7	7

Dari hasil matrik diatas diperoleh jenis kapal keruk yang sesuai adalah tipe *Cutter Suction Dredger* (CSD), namun akan dilakukan perbandingan terlebih dahulu dengan kapal keruk tipe Clamshell. Untuk kapal TSHD, Bucket dan Backhoe tidak bias digunakan karena ukuran kapal yang besar sehingga tidak bias digunakan di lokasi TPS dengan kedalaman yang dangkal dan lokasi yang sempit. Sehingga karena keterbatasan data kapal keruk yang akan ditinjau adalah kapal keruk tipe CSD dan Clamshell dengan spesifikasi kapal yang berbeda – beda.

4.5 Pemilihan Kapal Keruk

4.5.1 Kapal Keruk Cutter Suction Dredger (CSD)

Kapal keruk CSD ini dilengkapi dengan alat pemotong (cutter) untuk memecahkan material – material sebelum material itu di dihisap melalui pipa – pipa dengan bentuk slurry cair/padat dan dipompa ke permukaan. Hasil material keruknya bisa menggunakan barge atau dialirkan dengan pipa. Pada penelitian ini lokasi pembuangan berada di darat sehingga menggunakan barge dan alat bantu *tug boat*. Dalam penelitian ini akan meninjau 3 buah kapal CSD yang dikombinasikan dengan *bargedan tugboat* yang sama. *Barge* tersebut nantinya kan ditarik oleh *tugboat* menuju tempat pembuangan yang jaraknya 450 meter dari area keruk. Kemudian dialirkan ke lokasi pembuangan di darat dengan bantuan pompa darat dengan kapasitas 700 m³/h dan pipa.

Tabel IV.10 Spesifikasi Kapal CSD

Spesifikasi	Data Kapal		
	CSD A	CSD B	CSD C
Loa (m)	35	27	23
B (m)	8,2	5,8	5,6
T (m)	1,5	1,1	1
Dredging Depth (m)	15	12	10
Produktifitas (m ³ /h)	4000	2000	1000

Tabel IV.11 Spesifikasi Barge dan Tug Boat

Barge Bottom Door		
LoA	40	m
B	12	m
T	4	m
Volume	500	m ³
Tug Boat		
LoA	27,75	m
B	8,6	m
T	2,7	m
Empty Barge	10	knot
Loaded Barge Speed	5,8	knot

4.5.2 Kapal Keruk Grab/Clamshell

Pada kapal keruk Grab atau Clamshell terdiri atas alat penangkap sedimen (grabber) dan crane yang termuat diatas ponton tanpa wadah sedimen (hopper). Sehingga dalam pengerjaan pengerukan ini dibutuhkan hopper untuk menampung material yang dikeruk biasa disebut hopper barge. Hopper yang digunakan pada pengerjaan pengerukan di terminal domestik PT TPS adalah self-propelled dimana barge dapat bergerak sendiri tanpa bantuan *tug boat*. Dalam penelitian ini akan meninjau 2 kapal keruk grab atau *clamshell* dengan tipe hopper barge yang sama yang berkapasitas 1000 m³. Spesifikasi kapal dapat dilihat pada **Tabel IV.10 dan Tabel IV.11**.

Tabel IV.12 Spesifikasi Kapal Grab/Clamshell

Spesifikasi	Data Kapal	
	Clamshell A	Clamshell B
Loa (m)	43,4	33
B (m)	18	15
T (m)	2	1,7
Clamshell Capacity (m ³)	8	8
Produktifitas (m ³ /h)	1100	500

Tabel IV.13 Spesifikasi *Hopper Barge*

Hopper 1000 m ³		
LoA	62,2	m
B	12,2	m
T	3,6	m
Volume	1000	m ³
Empty Barge	9	knot
Loaded Barge Speed	6	knot

4.5.3 Perhitungan Durasi Pekerjaan Pengerukan

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengerukan perlu diperhatikan beberapa aspek seperti waktu yang dibutuhkan untuk maneuver kapal, waktu yang

dibutuhkan untuk proses pengerukan, waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan menuju dermaga, waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuangan dan waktu yang dibutuhkan untuk kapal kembali ke area keruk. Pada penelitian ini waktu operasional pengerukan dalam satu hari ditetapkan terdapat 2 kali jam kerja efektif (2 *shift*) atau 7 jam x 2 sama dengan 14 jam untuk pergantian shift selama 1 jam.

Alur pekerjaan pengerukan yang dilakukan dalam 1 kali trip yang pertama kapal melakukan manuver untuk memposisikan kapal keruk di area yang akan dikeruk dengan diasumsikan selama 15 menit. Selanjutnya, menunggu *barge* atau *hopper* pembawa hasil keruk terisi penuh. Untuk perhitungan durasi pengisian *barge* dan *hopper* dengan cara membagi volume *barge/hopper* dengan produktivitas masing – masing kapal keruk. Setelah *barge* atau *hopper* terisi penuh, kemudian dibawa ke lokasi pembuangan. Dikarenakan lokasi pembuangan berada didarat *barge* atau *hopper* hanya bisa sampai di kade 0 yang kemudian akan disalurkan ke lokasi pembuangan menggunakan bantuan pompa yang disalurkan melalui pipa. Pada penelitian ini untuk pompa yang digunakan untuk membuang material berkapasitas 700 m³/jam dengan jarak dari kade 0 menuju tempat pembuangan ±450 meter. Kemudian kapal kembali ke area pengerukan. Kecepatan kapal kembali ke area keruk tergantung pada kecepatan masing – masing kapal. Jumlah volume yang diangkut dalam satu kali trip tidak sama bergantung pada *efficiency* tiap kapal yang dipakai. Untuk kapal keruk CSD memiliki *efficiency* 80% dan kapal *Clamshell* memiliki *efficiency* 60%. Dengan mengabaikan cuaca karena diasumsikan pada saat pekerjaan pengerukan dilakukan pada saat cuaca baik.

Dari hasil perhitungan durasi masing – masing kapal keruk didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel IV.14 Total Durasi Kapal CSD

Kegiatan		Durasi (Jam)		
		CSD A	CSD B	CSD C
Manuver	jam	0,25	0,25	0,25
Waktu Mengeruk	jam	0,13	0,25	0,50

Kegiatan		Durasi (Jam)		
		CSD A	CSD B	CSD C
Waktu dari tempat keruk ke DA	jam	0,04	0,04	0,04
Waktu pembuangan	jam	0,71	0,71	0,71
Waktu kembali ke area keruk	jam	0,02	0,02	0,02
Waktu sekali trip	jam	1,16	1,28	1,53
Waktu kerja efektif	jam	14	14	14
Total trip per hari	trip	12	10	9
Total Volume Yang dikeruk Per Hari	(m ³)	4800	4000	3600
Durasi keseluruhan Pengerukan	hari	34	41	45

Dalam perhitungan durasi pengerukan menggunakan kapal clamshell sama seperti perhitungan durasi kapal CSD bedanya kapal clamshell menggunakan hopper barge yang sama.

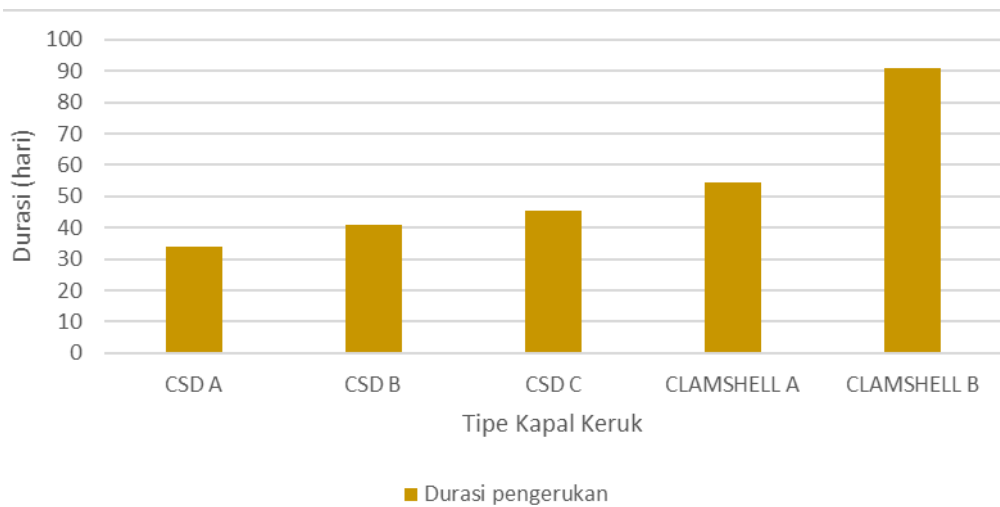
Tabel IV.15 Total Durasi Kapal Clamshell

Kegiatan		Durasi (Jam)	
		Clamshell D	Clamshell E
Manuver (15 menit)	jam	0,25	0,25
Waktu Mengeruk	jam	0,91	2,00
Waktu dari tempat keruk ke DA	jam	0,04	0,04
Waktu pembuangan	jam	1,43	1,43
Waktu kembali ke area keruk	jam	0,03	0,03
Waktu sekali trip	jam	2,66	3,75
Waktu kerja efektif	jam	14	14
Total trip per hari	trip	5	3
Total Volume Yang dikeruk Per Hari	(m ³)	3000	1800
Durasi keseluruhan Pengerukan	hari	55	91

Kesimpulan perhitungan durasi pekerjaan pengerukan dapat dilihat pada **Tabel IV.6** dan **GambarIV.18** berikut :

Tabel IV.16 Durasi Pengerjaan Pengerukan Tiap Kapal Keruk

No	Tipe Kapal	Durasi (Hari)
1	CSD A	29
2	CSD B	32
3	CSD C	37
4	CLAMSHELL A	46
5	CLAMSHELL B	68



Gambar IV.18 Grafik Durasi Pekerjaan Pengerukan Tiap Kapal Keruk

Dalam satu kali trip untuk volume material yang dipindahkan tidak sama dengan kapasitas dari barge atau hopper baik dari kapal CSD ataupun Clamshell. Hal ini dikarenakan material yang dikeruk tidak sepenuhnya pasir melainkan tercampur air. Sehingga volume barge tidak penuh oleh material keruk melainkan ada campuran airnya. Oleh karena itu, untuk estimasi volume material keruk menggunakan *efficiency* dari tiap kapal. Sehingga volume yang diangkut dalam satu kali trip adalah kapasitas barge dikali dengan *efficiency* kapal keruk.

Dari hasil perhitungan durasi pekerjaan pengerukan dapat dilihat pada **Tabel IV.6** waktu kapal CSD lebih cepat dibandingkan dengan kapal Clamshell. Dikarenakan produktivitas kapal CSD lebih besar dari pada kapal Clamshell meskipun kapasitas barge lebih besar clamshell. CSD Aberada di urutan pertama karena durasi tersingkat dan Clamshell B berada di urutan terakhir karena durasi terlama selama 68 hari.

4.5.4 Perhitungan Biaya Pekerjaan Pengerukan

Perhitungan biaya pekerjaan pengerukan diperlukan guna memperkirakan biaya yang dibutuhkan selama pekerjaan pengerukan termasuk proses pembuangan ke lokasi pembuangan. Biaya mobilisasi dan demobilisasi juga diperhitungkan dalam perhitungan biaya pekerjaan pengerukan karena merupakan kegiatan mendatangkan dan mengembalikan peralatan pengerukan selama pekerjaan berlangsung. Perhitungan biaya pekerjaan pengerukan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 78 Tahun 2014. Beberapa biaya kebutuhan yang perlu diperhatikan dalam perhitungan biaya pekerjaan pengerukan adalah biaya sewa kapal keruk, biaya sewa *barge* dan *tug boat*, kebutuhan bahan bakar pelumas, air tawar, makan ABK, gaji ABK, Insentif keruk, asuransi P&I *club*, asuransi H&M, perawatan, penyusutan. Kemudian total biaya kebutuhan tersebut ditambahkan dengan biaya PPH 4%, PPN 10% dari total biaya keseluruhan.

4.5.4.1 Perhitungan Biaya Kapal CSD

Dalam perhitungan biaya pekerjaan pengerukan dengan kapal CSD mengacu pada data biaya pengerukan dari PT TPS. Karena keterbatasan data dan informasi harga untuk klasifikasi harga kapal CSD diasumsikan dengan klasifikasi harga yang didapat dari PT TPS.

Rincian biaya pekerjaan kapal CSD adalah sebagai berikut:

1. Biaya Sewa Barge dan Tug Boat

Biaya yang digunakan untuk barge pengangkut material keruk dan tug boat untuk mengantarkan barge ke lokasi pembuangan. Jumlah barge dan tug boat yang digunakan sebanyak 1 unit. Harga sewa barge sudah termasuk tug boat sebesar Rp 225.000.000.000,- per bulan. Maka biaya total untuk sewa barge dan tug boat adalah :

$$\text{Sewa barge dan tug boat} = \text{Jumlah barge dan tug boat (unit)} \times \text{Harga Sewa (Rp)}$$

2. Bahan Bakar Tug Boat

Besar kebutuhan bahan bakar untuk tug boat (litr/hari) dikalikan dengan harga solar per liternya sebesar Rp 9.240,-. Maka biaya total bahan bakar tug boat adalah :

Bahan Bakar = BBM harian (ltr) x Harga Solar /ltr (Rp) x Durasi Kapal CSD (hari)

3. Bahan Bakar Kapal Keruk

Besar kebutuhan bahan bakar kapal keruk (ltr/hari) dikalikan dengan harga solar per literanya sebesar Rp 9.240,-. Maka biaya total bahan bakar kapal keruk adalah :

Bahan Bakar = BBM harian (ltr) x Harga Solar /ltr (Rp) x Durasi Kapal CSD (hari)

4. Pelumas Kapal Keruk

Besar kebutuhan pelumas kapal keruk (ltr/hari) dikalikan dengan harga per literanya sebesar Rp 45.000,-. Maka biaya total pelumas kapal keruk adalah :

Pelumas = Pelumas harian (ltr) x Harga pelumas /ltr (Rp) x Durasi Kapal CSD (hari)

5. Pemeruman Progress

Pemeruman progress yaitu kegiatan pengukuran kedalaman untuk mengetahui kedalaman area yang sudah dikeruk. Biaya pemeruman perhari sebesar Rp 1.300.000,-. Jadi biaya yang dibutuhkan untuk pemeruman adalah :

Pemeruman = Durasi Kapal CSD (hari) x Biaya Pemeruman/hari

6. Air Tawar

Dengan harga air tawar sebesar Rp 60.000,- /liter menurut PM Perhubungan No.78 (2014) kebutuhan air tawar untuk CSD 60 m3 per hari. Maka biaya total yang digunakan untuk konsumsi air tawar adalah sebagai berikut:

Air Tawar = Durasi Kapal CSD (hari) x Biaya Air Tawar/hari (ltr)

7. Makan ABK

Makan ABK berupa pemakanan bagi para ABK kapal. Dalam satu hari besar biaya untuk pemakanan adalah Rp 100.000,- perorang. Dengan jumlah ABK sebanyak 34 orang dan dalam sehari terdapat 2 kali shift. Maka jumlah biaya konsumsi ABK pada kapal ini sebagai berikut :

Konsumsi ABK = Biaya makan/hari x Jumlah ABK x 2 kali shift x Durasi Kapal CSD (hari)

8. Gaji ABK

Biaya gaji ABK per harinya sebesar Rp 6.058.967,-. Dalam satu hari bekerja terdapat 2 shift dan jumlah ABK 34 orang. Maka biaya total yang digunakan untuk gaji ABK adalah sebagai berikut:

$$\text{Gaji ABK} = \text{Gaji ABK/hari} \times \text{Jumlah ABK} \times 2 \text{ kali shift} \times \text{Durasi Kapal CSD} \\ (\text{hari})$$

9. Insentif Keruk

Besar biaya insentif keruk diberikan untuk memotivasi pekerja kapal. Besar biaya per orang per hari sebesar Rp 278.900,-. Dengan jumlah ABK 34 orang, 2 shift, selama durasi kapal. Maka jumlah biaya insentif keruk pada kapal ini sebagai berikut :

$$\text{Insentif Keruk} = \text{Jumlah ABK} \times 2 \text{ kali shift} \times \text{Durasi Kapal CSD (hari)} \times \text{biaya} \\ \text{insentif keruk (Rp)}$$

10. Asuransi P&I

Asuransi P&I atau *Asuransi Protection And Indemnity* adalah asuransi yang jaminan proteksi kepada pemilik kapal, operator atau penyewa atas tanggung jawab hukum terhadap pihak ketiga. Biaya asuransi P&I per harinya sebesar Rp 1.098.630,-. Maka jumlah biaya Asuransi P&I pada kapal ini sebagai berikut :

$$\text{Asuransi P\&I Club} = \text{Biaya Asuransi P\&I Club} \times \text{Durasi Kapal CSD (hari)}$$

11. Asuransi H&M

Asuransi H&M adalah jaminan kerusakan atau kerugian terhadap kapal, mesin dan perlengkapannya dari bahaya laut dan risiko pelayaran. Biaya asuransi per harinya sebesar Rp 1.536.986,-. Maka biaya total yang digunakan untuk Asuransi H&M adalah sebagai berikut:

$$\text{Asuransi H\&M} = \text{Biaya Asuransi H\&M} \times \text{Durasi Kapal CSD (hari)}$$

12. Perawatan/*Docking*

Biaya perawatan/docking dihitung sekali selama proses pekerjaan pengerukan. Besar biaya docking adalah sebesar Rp. 82.191.781,-

13. Mobilisasi dan Demobilisasi

Biaya ini dikeluarkan untuk mendatangkan dan mengembalikan kapal keruk selama pekerjaan berlangsung hingga mengembalikannya lagi ke

galangan. Biaya mobilisasi dan demobilisasi kapal keruk ini sebesar RP 1.761.725 per mil. Jarak galangan dengan area pengerukan ± 200 mil laut. Maka biaya mobilisasi dan demobilisasi kapal sebesar :

$$\text{Mobdemob} = 2 \times \text{Biaya Mobilisasi tiap kapal} \times \text{Jarak Lokasi-Galangan}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama, sehingga didapatkan total biaya yang dibutuhkan dari masing – masing kapal CSD A, B, C adalah sebagai berikut :

Tabel IV.17 Biaya Masing – Masing Kapal CSD

Uraian	Tipe Kapal		
	CSD A	CSD B	CSD C
Sewa Barge 180 ft	Rp 263.477.115	Rp 283.744.585	Rp 335.334.510
Bahan bakar Tug Boat	Rp 868.148.775	Rp 926.025.360	Rp 1.099.655.115
Bahan bakar kapal keruk	Rp 43.996.680	Rp 23.464.896	Rp 11.145.826
Pelumas Kapal keruk	Rp 9.065.801	Rp 4.835.094	Rp 2.296.670
Air Tawar	Rp 216.000.000	Rp 230.400.000	Rp 273.600.000
Makan ABK keruk	Rp 108.000.000	Rp 115.200.000	Rp 136.800.000
Gaji ABK	Rp 545.307.000	Rp 581.660.800	Rp 690.722.200
Insentif Keruk	Rp 502.020.000	Rp 535.488.000	Rp 635.892.000
Asuransi P&I	Rp 32.958.904	Rp 35.156.164	Rp 41.747.945
Asuransi H&M	Rp 46.109.589	Rp 49.183.562	Rp 58.405.479
Docking	Rp 82.191.781	Rp 82.191.781	Rp 82.191.781
Mobdemob	Rp 704.690.000	Rp 704.690.000	Rp 704.690.000
Total Sebelum Pajak	Rp 3.459.045.645	Rp 3.611.592.242	Rp 4.119.449.526
PPH 4%	Rp 138.361.826	Rp 144.463.690	Rp 164.777.981
PPN 10%	Rp 345.904.564	Rp 361.159.224	Rp 411.944.953
Total Sesudah Pajak	Rp 3.943.312.035	Rp 4.117.215.156	Rp 4.696.172.459

4.5.4.2 Perhitungan Biaya Kapal Clamshell

Dalam perhitungan biaya pekerjaan pengerukan dengan kapal *Clamshell* mengacu pada PM Perhubungan No.78 Tahun 2014. Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama seperti perhitungan kapal CSD yang hanya ada 1 data

biaya untuk kapal *clamshell* sehingga tidak perlu dilakukan regresi. Maka berikut ini total biaya pekerjaan pengerukan menggunakan kapal grab/clamshell:

Tabel IV.18 Biaya Masing – Masing Kapal Clamshell

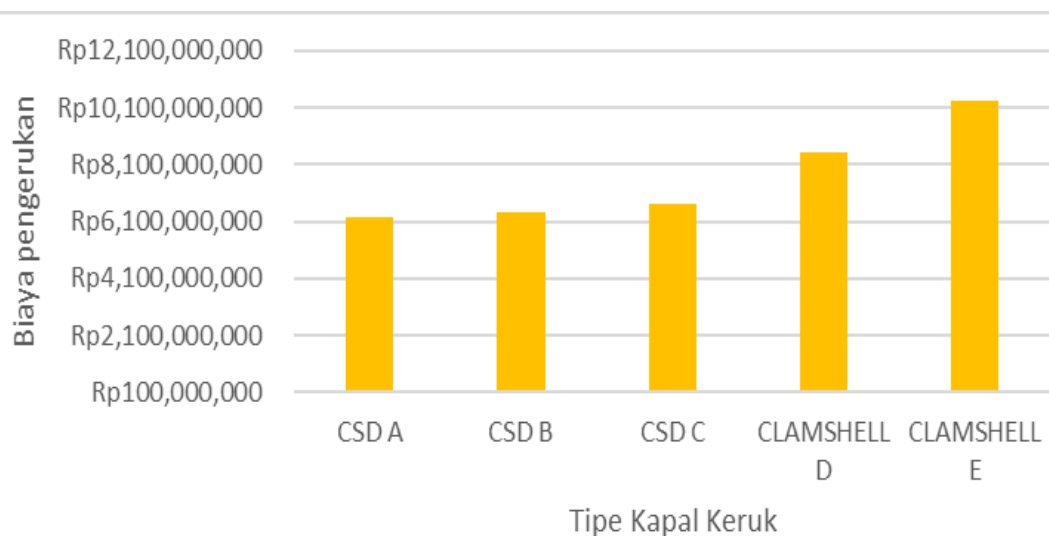
Uraian	Tipe Kapal	
	CLAMSHELL A	CLAMSHELL B
Sewa kapal clamshell	Rp 3.275.874.360	Rp 2.729.895.300
Sewa Barge	Rp 655.174.872	Rp 1.091.958.120
Bahan Bakar Barge	Rp 636.546.411	Rp 1.053.194.970
Bahan Bakar kapal keruk	Rp 1.052.442.641	Rp 1.504.275.648
Pelumas barge	Rp 131.160.791	Rp 217.011.490
Pelumas kapal keruk	Rp 216.862.621	Rp 309.965.738
Pemeruman Progress	Rp 40.788.000	Rp 134.971.200
Air tawar kapal keruk dan Barge	Rp 21.648.000	Rp 35.817.600
Insentif Keruk	Rp 528.412.500	Rp 874.282.500
Makan ABK	Rp 224.400.000	Rp 371.280.000
Gaji ABK	Rp 25.988.603	Rp 43.314.339
Asuransi P&I clamshel	Rp 60.424.650	Rp 99.975.330
Asuransi P&I Barge	Rp 3.089.020	Rp 5.110.924
Perawatan / Docking chlamshel	Rp 6.849.315	Rp 6.849.315
Perawatan / Docking Barge	Rp 452.055	Rp 2.054.795
Penyusutan clamshel	Rp 22.438.325	Rp 3.452.054
Penyusutan Barge	Rp 3.739.713	Rp 904.110
Asuransi (H&M) clamshel	Rp 13.561.625	Rp 22.438.325
Asuransi (H&M) barge	Rp 4.520.533	Rp 7.479.427
Mobdemob	Rp 541.120.000	Rp 541.120.000
Total Biaya sebelum pajak	Rp 7.465.494.034	Rp 9.055.351.183
PPH 4 %	Rp 298.619.761	Rp 362.214.047
PPN 10%	Rp 746.549.403	Rp 905.535.118
Total Biaya sesudah pajak	Rp 8.510.663.199	Rp 10.323.100.349

4.5.4.3 Perbandingan Perhitungan Biaya Kapal Keruk

Dari perhitungan biaya pekerjaan pengerukan didapatkan biaya yang dibutuhkan untuk masing – masing kapal. Perbedaan yang cukup signifikan disebabkan dari durasi pekerjaan pengerukan dan kapasitas masing – masing kapal keruk. Dapat dilihat perbandingan biaya untuk masing - masing kapal keruk pada **Tabel IV 14**.

Tabel IV.19 Biaya Pengerukan Tiap Kapal Keruk

Kapal Keruk	Biaya Pekerjaan	Biaya/hari
CSD A	Rp 6.239.401.619	Rp 182.846.620
CSD B	Rp 6.455.294.421	Rp 157.644.493
CSD C	Rp 6.727.253.399	Rp 147.857.394
CLAMSHELL A	Rp 8.510.663.199	Rp 155.878.931
CLAMSHELL B	Rp 10.323.100.349	Rp 113.445.014



Gambar IV.19 Grafik Biaya Tiap Kapal Keruk

4.5.5 Pemilihan Kapal keruk

Berikut ini hasil dari perhitungan durasi dan biaya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Tabel IV.20 Durasi Dan Biaya Tiap Kapal Keruk

Kapal Keruk	Biaya Pekerjaan (Rp)	Durasi Pekerjaan (hari)	Biaya/hari (Rp)	Biaya / m ³
CSD A	Rp 6.239.401.619	34	Rp 182.846.620	Rp 38.093
CSD B	Rp 6.455.294.421	41	Rp 157.644.493	Rp 39.411
CSD C	Rp 6.727.253.399	45	Rp 147.857.394	Rp 41.071
CLAMSHELL A	Rp 8.510.663.199	55	Rp 155.878.931	Rp 51.960
CLAMSHELL B	Rp 10.323.100.349	91	Rp 113.445.014	Rp 63.025

Berdasarkan tabel diatas dari hasil perhitungan durasi dan biaya pekerjaan pengerukan kapal CSD A terpilih untuk mengerjakan pekerjaan pengerukan yang efektif dan ekonomis. Dengan durasi pekerjaan dan total biaya pengerjaan pengerukan oleh kapal CSD A lebih singkat dan lebih murah. Meskipun biaya per harinya lebih mahal dari kapal yang lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan terhadap metode pengerukan pada terminal domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Volume sedimen yang terdapat pada terminal domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya sebesar 163.941,32 m³ dengan desain keruk tiga tingkatan lebar 90 m, kedalaman -8 meter pada kade 250-450, -6 meter pada kade 125-250, kedalaman -5 meter pada kade 45-125.
2. Jenis kapal keruk yang dapat melakukan pekerjaan pengerukan di terminal domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya adalah tipe *Cutter Section Dredger (CSD) dan Grab/Clamshel*.
3. Dari berbagai macam tipe kapal CSD dan *Clamshell* yang paling efektif dan ekonomis untuk melakukan pekerjaan pengerukan di terminal domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya adalah kapal keruk CSD A dengan durasi pekerjaan pengerukan selama 29 hari dan total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 3.943.312.035,-.

5.2 Saran

Adapun saran – saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan volume sedimen yang akan dikeruk dapat dibandingkan dengan beberapa metode menggunakan software maupun metode secara manual lainnya untuk nambah validasi hasil perhitungan.
2. Melakukan perhitungan pompa kapal CSD yang dapat dijadikan faktor dalam pemilihan kapal keruk.
3. Memperbanyak referensi biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan proyek pengerukan.

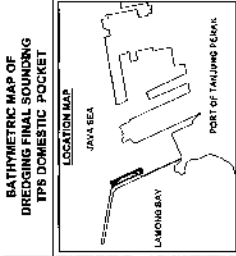
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Adlin, I. (2017). *Analisis Pemilihan Metode Pengerukan di Area Tertutup Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar*. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Andriawati, R., & Juwono, P. T. (2015). Efektifitas kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Wonogiri Ditinjau dari Nilai Ekonomi. *Jurnal Teknik Perairan, Volume 6, Nomor 1*, 55-65.
- Autodesk . (2020, Mei 8). *Autodesk Knowledge Network*. Diambil kembali dari Autodesk: <https://knowledge.autodesk.com>
- Bestari, P. R. (2019). *Studi dan Pengendalian Sedimentasi Kolam Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Suarabaya*. Surabaya: PT. Rekabhumi Segarayasa Bestari.
- Cutter Section Dredger. (2013, Agustus 6). Retrieved Januari 10, 2020, From IADC Dredging : <http://www.iadc-dredging.com/subject/equipment/cutter-section-dredger/>
- Fauziansyah, R. (2018). *Analisis Pengerukan Kolam Tanjung Priok*. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Febriyanti, F. (2019). *Analisis Pemilihan Metode Pengerukan di Area Kolam Pelabuhan PLTU 2 Jteng Adipala*. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Firdaus, S. R., Saputro, S., & Satriadi, A. (2013). Studi Pengerukan Alur Pelayaran Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Oseanografi*, 274-279.
- Ginting, E. (2019). *Analisa Pengerukan Pada Alur Pelayaran Munuju Jetty PT. Pertamina RU III Plaju*. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Habib, M., Hakim, A., Armono, H. D., & Suntoyo. (2017). Study Penanggulangan Sedimentasi di Pelabuhan Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya. *Tugas Akhir*.

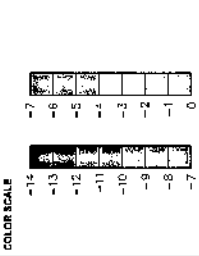
- IPC Corporate University . (2017). *Pelatihan Pengerukan dan Reklamasi*.
- Khatib, Y. A., & E.W, A. (2013). Analisis Sedimentasi dan Alternatif Penanganannya di Pelabuhan Selat Baru Bengkilis. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTeks)*, 24-26.
- Lutfie, T. (2017). Dredging Pekerjaan Untuk Mengubah Bentuk Dasar Laut. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol : 10.
- Mahendra, J. (2014). Cutter Suction Dredger dan Jenis Material (Pada Pekerjaan Capital Dredging pembangunan Pelabuhan Teluk Lamongan). *Jurnal Konstruksia* 6, 31-43.
- Novianto, I. M. (2009). *Analisa Sedimentasi di Dermaga Domestik Terminal Petikemas Surabaya (TPS)*. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pangemanan V.G, T. A. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 2. No. 1, 37-46.
- Pullar, A., & Hughes, S. (2009). *Dredging Methodology and Disposal Alternatives*. New Zealand: Port Otago Ltd.
- Roza, E. (2017, September 1). *Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia*. Dipetik Desember 30, 2019, dari Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia: <http://www2.kkp.go.id/artikel/2233-maritim-indonesia-kemewahan-yang-luar-biasa>
- Susanti, O. W. (2019). *Analisis Pemilihan Pengerukan di Area PLTU Suralaya*. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Triatmojdo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Yusuf, I. M. (2018). *Analisis Volume Pengerukan alur Pelayaran Barat Surabaya dengan data Multibeam Echosounder Menggunakan Perangkat Lunak HYPACK dan AUTOCAD CIVIL 3D*. Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, FTSLK.
- Yuwono, I. (2005). *Pendidikan dan Pelatihan (Diklat) Teknis dan Pengukuran Pemetaan Kota*. Surabaya: FTSP ITS.

LAMPIRAN A
DATA BATHIMETI



LEGEND

- Depth Value
- Dock
- Survey Boundary
- Section Design
- Contour Line
- Design Contour Line



MAP INFORMATION

Projection System : UTM (Zone 49S)
 Vertical Datum : MSL
 Unit : Meter
 Contour Interval : 1.00
 Depth Reference : Mean Sea Level (+4.2855)

SCALE 1:1000
 0 5 10 25 50 75

PT TERMINAL PETIMAS SURABAYA

APPROVED BY

IG. SUPERINTENDENT
 YULIANTORO, IFRANSYAH

PROJECT SUPERVISOR
 DEEYU, TAUHYO SAPUTRA

FACILITY MANAGER
 SULUH, TAUHIDUDDIN

ENGINEERING DIRECTOR
 ROBBY, DAYOH

CONSULTANT
 PT SOLUSI ENERGI MUBANTARA

CONTRACTOR
 PT BAKWA MAMPUK SEJANTERA

MODERATOR
 MODAPAT, PUSKADARITO

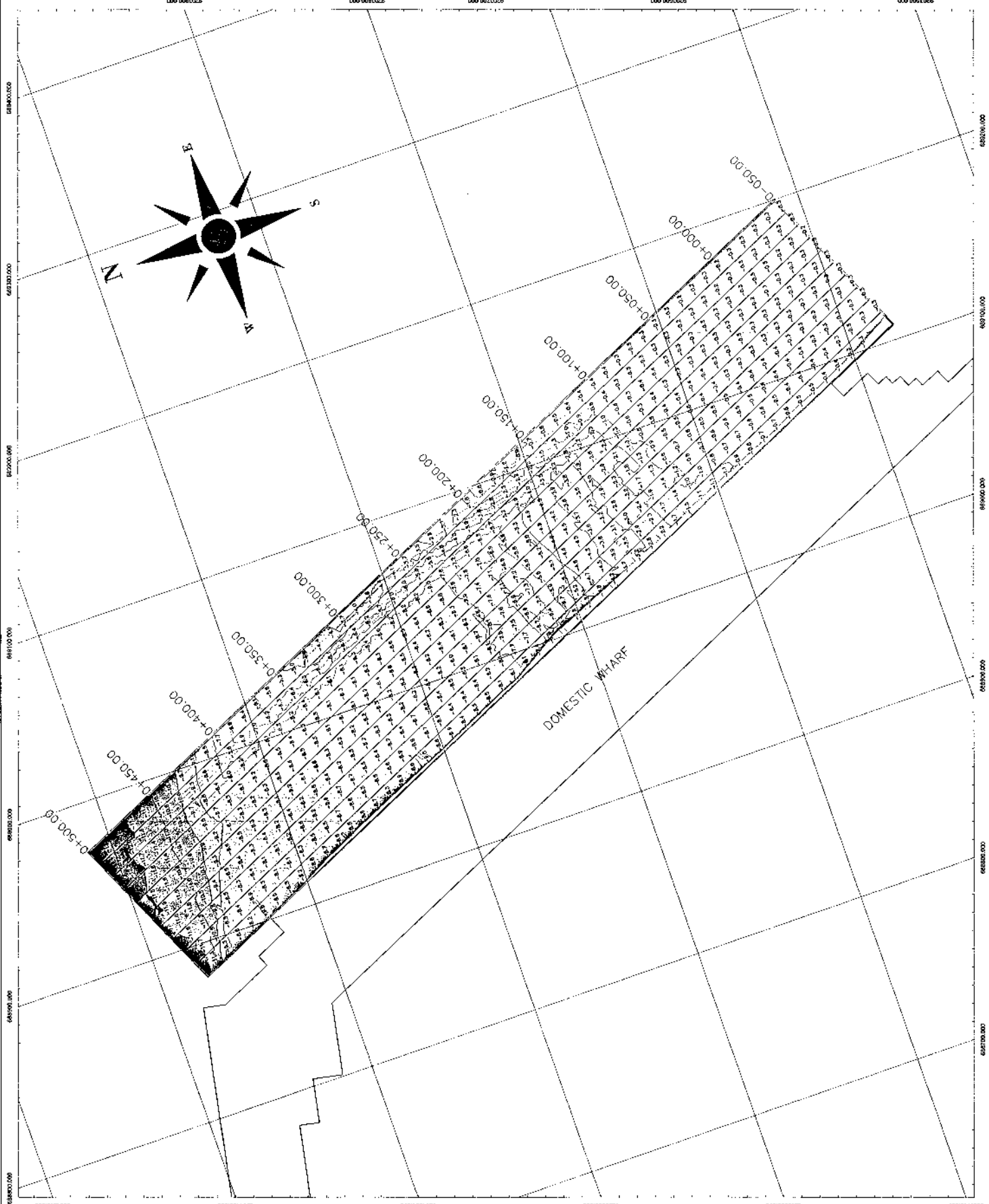
DESIGNER
 EKA, WIDYA SANIT

DATE
 12 March 2019

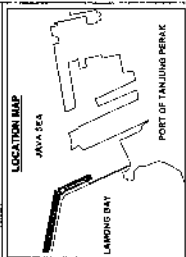
REVISION
 1

DRAWING NO.
 BWP5-1

REV.
 9



**BATHYMETRIC MAP OF TPS
DOMESTIC AND
INTERNATIONAL WHARF**



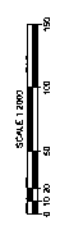
LEGEND

	: Depth Value
	: Dock
	: Survey Boundary
	: Section begin
	: Current Line

COLOR SCALE

17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2

MAP INFORMATION
 Projection System : UTM (Zone 48S)
 Horizontal Datum : WGS 84
 Vertical Datum : MSL
 Unit : Meter
 Contour Interval : 1 meter
 Depth Intervals : Each 1 meter (14.285%)



PT TERMINAL PETROKEMAS SURABAYA

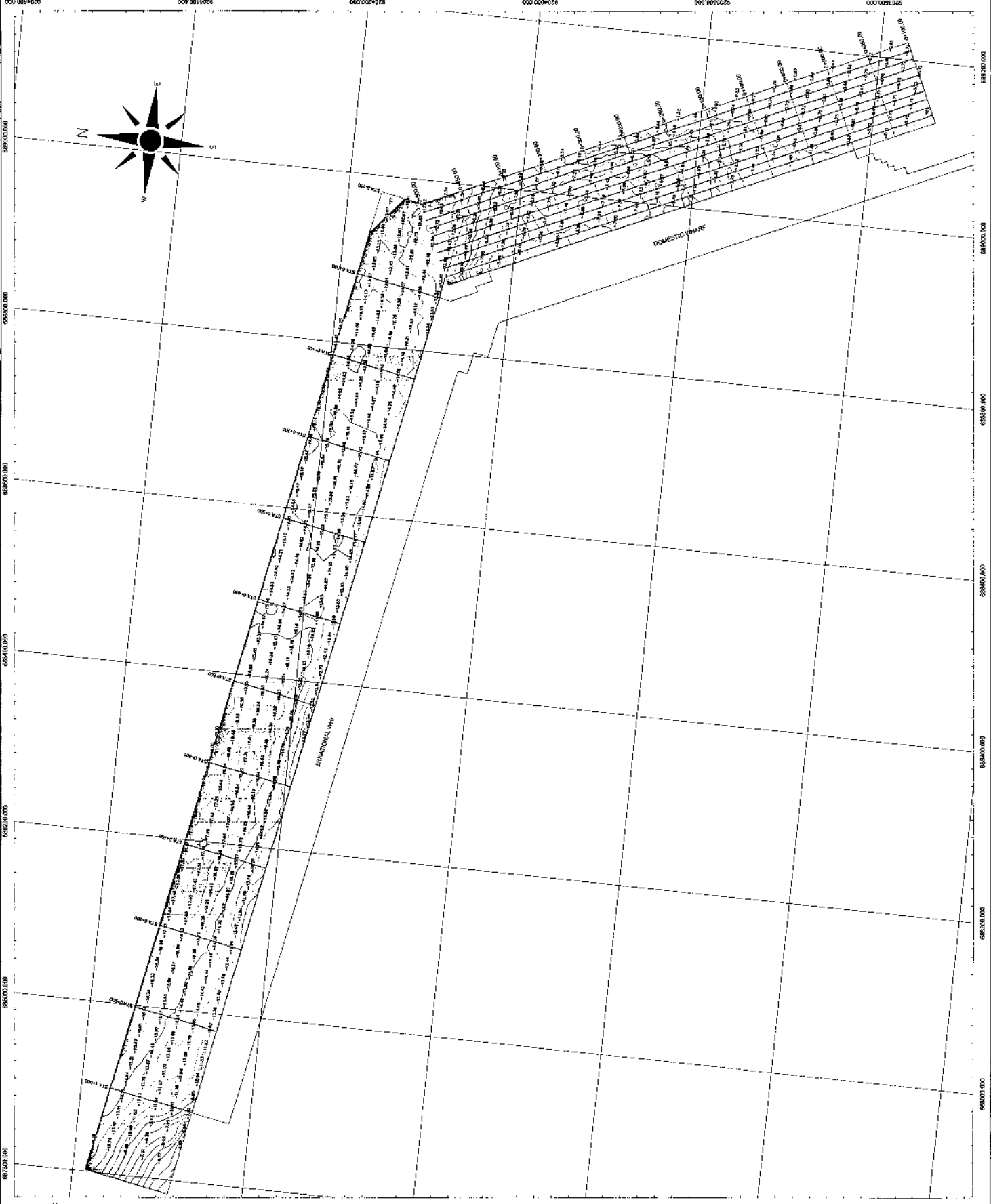
APPROVED BY

MD. SUPERINTENDENT	
PROJECT SUPERINTENDENT	
FACILITY MANAGER	
ENGINEERING DIRECTOR	
CONSULTANT	

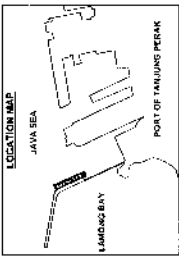
PT SOLUSI ENERGY NUSANTARA

MADEPRTT/02/04/2019

SURVEY DATE	18 Jul 2019	SIZE	A1
ISSUANCE DATE	19 Jul 2019	REVISION	0
DRAWING NO.		REV.	
DATE		BY	

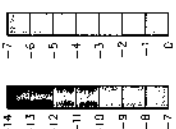


**BATHYMETRIC MAP OF
TFS DOMESTIC WHARF**



- LEGEND**
- Depth Value
 - Dock
 - Survey Boundary
 - Section Design
 - Embank Line

COLOR SCALE



MAP INFORMATION

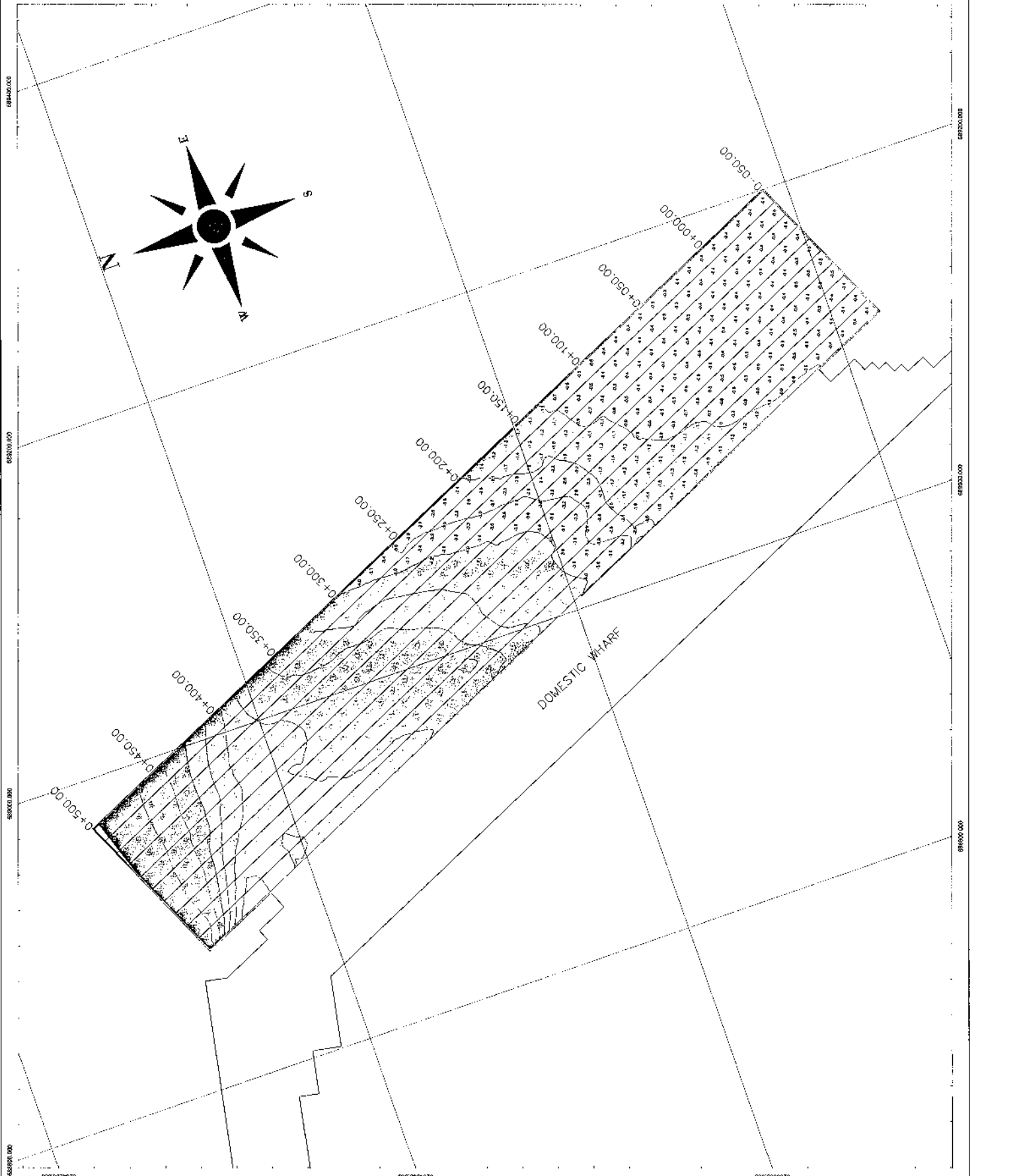
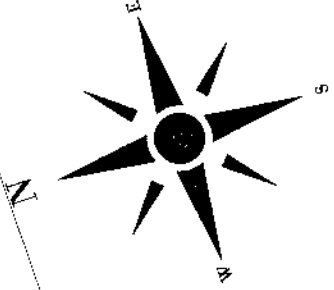
Projection System : UTM (Zone 48S)
 Datum : WGS 84
 Vertical Datum : MSL
 Unit : meter
 Contour Interval : 1 meter
 Depth Reference : Sea Elevation (+4.255)



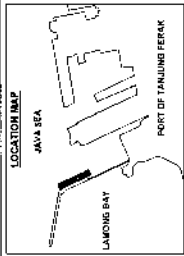
PT TERMINAL PETROKIMAS SUKABAYA

APPROVED BY	
DR. BIRFENTRENDENT	
YULIANTHO FRANSISKA	
PROJECT SUPERINTENDENT	
DEDDY TANJO SAGITRA	
FACILITY MANAGER	
SULUH TAJAHING	
ENGINEERING DIRECTOR	
ROBYY DAVIDH	
CONSULTANT	
PT SOLUSI ENERGY INSANTANA	

MEDIANI TONI YANJO	
SURVEY DATE	SIZE
Domestic Wharf : 10 October 2019	A1
DRAWING NO.	REV.
BMFS-1	2

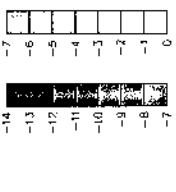


**BATHYMETRIC MAP OF
TPS DOMESTIC WHARF**



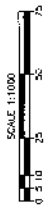
- LEGEND**
- Depth Value
 - Contour
 - Survey Boundary
 - Section Design
 - Center Line
 - Design Contour Line

COLOR SCALE



MAP INFORMATION

Projection System: UTM (Zone 48S)
 Horizontal Datum: WGS 84
 Vertical Datum: MSL
 Unit: Meter
 Contour Interval: 1.00
 Depth Reference: Mean Sea Level
 Scale: 1:1000
 Date of Revision: (+/- 2020)



PT TERMINAL PETREMAS SURABAYA

APPROVED BY

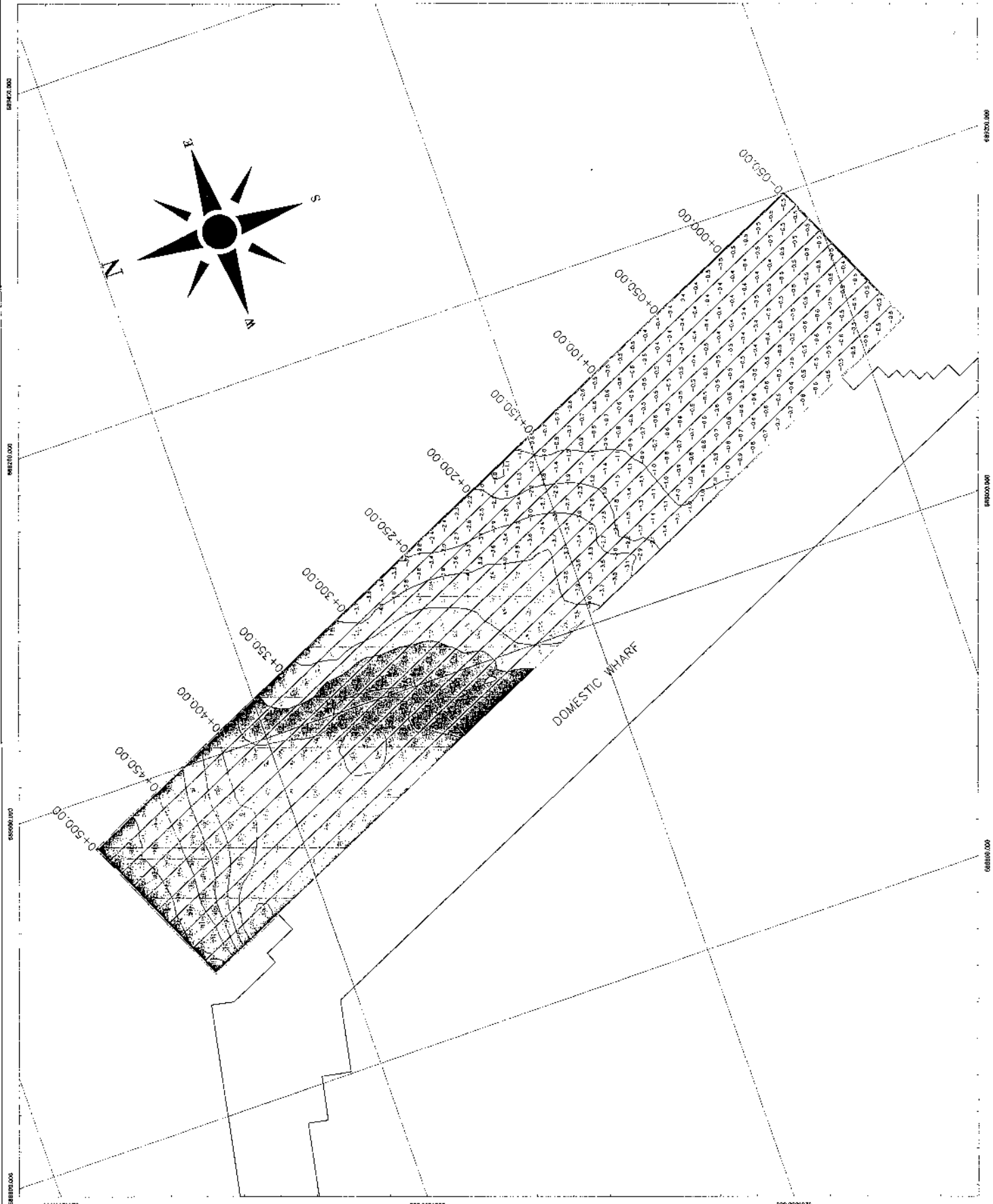
PROJECT SUPERVISOR: [Signature]
 FACILITY MANAGER: [Signature]
 TECHNICAL DIRECTOR: [Signature]
 ROBBY DANUH

CONSULTANT

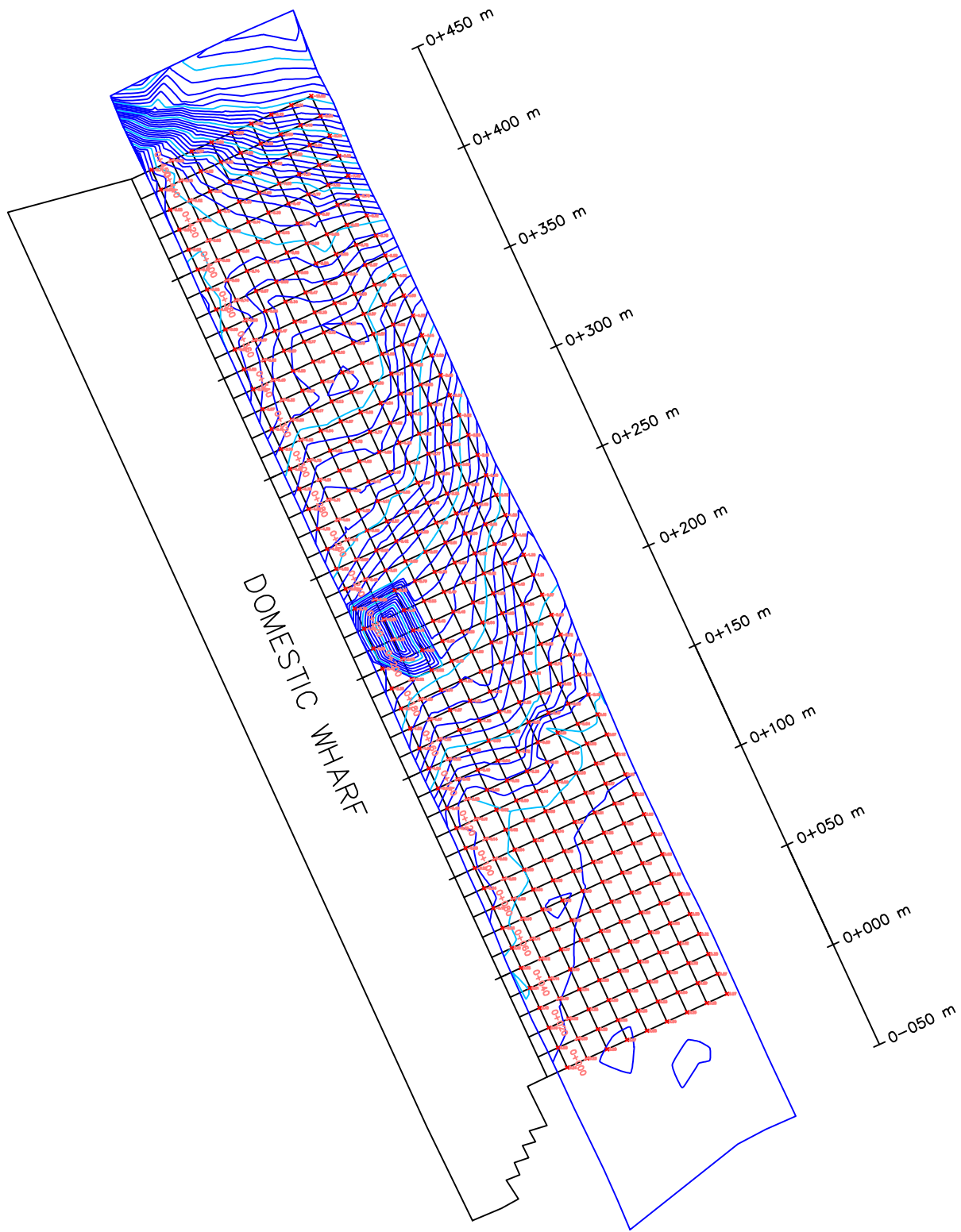
PT SOLUSI ENERGI NGANTARA



SURVEY DATE	02 September 2019
SIZE	A1
DRAWING NO.	04/PS-1
REV.	0



LAMPIRAN B
PEMBAGIAN GRID METODE BORROW PIT



LAMPIRAN C
PERHITUNGAN VOLUME Pengerukan

LAMPIRAN C

Perhitungan Volume Pengerukan

KD	Tinggi Eksisting (m)	Rencana (m)	Jenis "h"	Tinggi "h" (m)
0	0.24	-0.5	h1	0.74
	0.24	-0.5	h2	0.74
	0.23	-0.5	h2	0.73
	0.20	-0.5	h2	0.70
	0.17	-0.5	h2	0.67
	0.28	-0.5	h2	0.78
	0.24	-0.5	h2	0.74
	0.25	-0.5	h2	0.75
	0.28	-0.5	h2	0.78
	0.27	-0.5	h1	0.77
10	0.20	-1.5	h2	1.70
	0.20	-1.5	h4	1.70
	0.23	-1.5	h4	1.73
	0.25	-1.5	h4	1.75
	0.25	-1.5	h4	1.75
	0.25	-1.5	h4	1.75
	0.23	-1.5	h4	1.73
	0.24	-1.5	h4	1.74
	0.29	-1.5	h4	1.79
	0.27	-1.5	h2	1.77
20	0.15	-2.5	h2	2.65
	0.15	-2.5	h4	2.65
	0.22	-2.5	h4	2.72
	0.25	-2.5	h4	2.75
	0.26	-2.5	h4	2.76
	0.26	-2.5	h4	2.76
	0.23	-2.5	h4	2.73
	0.24	-2.5	h4	2.74
	0.32	-2.5	h4	2.82
	0.30	-2.5	h2	2.80
30	0.10	-3.5	h2	3.60
	0.10	-3.5	h4	3.60
	0.19	-3.5	h4	3.69

	0.24	-3.5	h4	3.74
	0.26	-3.5	h4	3.76
	0.26	-3.5	h4	3.76
	0.25	-3.5	h4	3.75
	0.24	-3.5	h4	3.74
	0.32	-3.5	h4	3.82
	0.32	-3.5	h2	3.82
40	0.01	-4.5	h2	4.51
	0.01	-4.5	h4	4.51
	0.14	-4.5	h4	4.64
	0.19	-4.5	h4	4.69
	0.22	-4.5	h4	4.72
	0.23	-4.5	h4	4.73
	0.27	-4.5	h4	4.77
	0.28	-4.5	h4	4.78
	0.28	-4.5	h4	4.78
	0.30	-4.5	h2	4.80
50	0.05	-5	h2	5.05
	0.05	-5	h4	5.05
	0.12	-5	h4	5.12
	0.17	-5	h4	5.17
	0.21	-5	h4	5.21
	0.23	-5	h4	5.23
	0.26	-5	h4	5.26
	0.26	-5	h4	5.26
	0.27	-5	h4	5.27
	0.29	-5	h2	5.29
60	0.01	-5	h2	5.01
	0.01	-5	h4	5.01
	0.11	-5	h4	5.11
	0.17	-5	h4	5.17
	0.19	-5	h4	5.19
	0.23	-5	h4	5.23
	0.25	-5	h4	5.25
	0.25	-5	h4	5.25
	0.26	-5	h4	5.26
	0.29	-5	h2	5.29
70	-0.06	-5	h2	4.94
	-0.06	-5	h4	4.94

	0.10	-5	h4	5.10
	0.18	-5	h4	5.18
	0.21	-5	h4	5.21
	0.19	-5	h4	5.19
	0.24	-5	h4	5.24
	0.26	-5	h4	5.26
	0.25	-5	h4	5.25
	0.28	-5	h2	5.28
80	-0.19	-5	h2	4.81
	-0.19	-5	h4	4.81
	-0.03	-5	h4	4.97
	0.06	-5	h4	5.06
	0.10	-5	h4	5.10
	0.17	-5	h4	5.17
	0.24	-5	h4	5.24
	0.26	-5	h4	5.26
	0.26	-5	h4	5.26
	0.27	-5	h2	5.27
90	-0.24	-5	h2	4.76
	-0.24	-5	h4	4.76
	-0.09	-5	h4	4.91
	0.00	-5	h4	5.00
	0.07	-5	h4	5.07
	0.15	-5	h4	5.15
	0.23	-5	h4	5.23
	0.25	-5	h4	5.25
	0.25	-5	h4	5.25
	0.26	-5	h2	5.26
100	-0.22	-5	h2	4.78
	-0.22	-5	h4	4.78
	-0.08	-5	h4	4.92
	0.04	-5	h4	5.04
	0.10	-5	h4	5.10
	0.14	-5	h4	5.14
	0.18	-5	h4	5.18
	0.21	-5	h4	5.21
	0.24	-5	h4	5.24
	0.26	-5	h2	5.26
110	-0.25	-5	h2	4.75

	-0.25	-5	h4	4.75
	-0.14	-5	h4	4.86
	-0.02	-5	h4	4.98
	0.05	-5	h4	5.05
	0.03	-5	h4	5.03
	0.06	-5	h4	5.06
	0.10	-5	h4	5.10
	0.17	-5	h4	5.17
	0.19	-5	h2	5.19
120	-0.27	-5.5	h2	5.23
	-0.27	-5.5	h4	5.23
	-0.11	-5.5	h4	5.39
	-0.02	-5.5	h4	5.48
	-0.09	-5.5	h4	5.41
	-0.14	-5.5	h4	5.36
	-0.09	-5.5	h4	5.41
	0.00	-5.5	h4	5.50
	0.11	-5.5	h4	5.61
	0.12	-5.5	h2	5.62
130	-0.40	-6	h2	5.60
	-0.40	-6	h4	5.60
	-0.08	-6	h4	5.92
	-0.20	-6	h4	5.80
	-0.36	-6	h4	5.64
	-0.36	-6	h4	5.64
	-0.21	-6	h4	5.79
	-0.09	-6	h4	5.91
	0.05	-6	h4	6.05
	0.07	-6	h2	6.07
140	-0.84	-6	h2	5.16
	-0.84	-6	h4	5.16
	-0.48	-6	h4	5.52
	-0.49	-6	h4	5.51
	-0.64	-6	h4	5.36
	-0.72	-6	h4	5.28
	-0.23	-6	h4	5.77
	0.01	-6	h4	6.01
	-0.04	-6	h4	5.96
	0.01	-6	h2	6.01

150	-1.24	-6	h2	4.76
	-1.24	-6	h4	4.76
	-0.88	-6	h4	5.12
	-0.90	-6	h4	5.10
	-0.99	-6	h4	5.01
	-1.06	-6	h4	4.94
	-0.81	-6	h4	5.19
	-0.47	-6	h4	5.53
	-0.33	-6	h4	5.67
	-0.18	-6	h2	5.82
160	-1.61	-6	h2	4.39
	-1.61	-6	h4	4.39
	-1.25	-6	h4	4.75
	-1.29	-6	h4	4.71
	-1.36	-6	h4	4.64
	-1.38	-6	h4	4.62
	-1.23	-6	h4	4.77
	-1.00	-6	h4	5.00
	-0.66	-6	h4	5.34
	-0.32	-6	h2	5.68
170	-1.85	-6	h2	4.15
	-1.85	-6	h4	4.15
	-1.57	-6	h4	4.43
	-1.57	-6	h4	4.43
	-1.61	-6	h4	4.39
	-1.70	-6	h4	4.30
	-1.37	-6	h4	4.63
	-1.11	-6	h4	4.89
	-0.79	-6	h4	5.21
	-0.47	-6	h2	5.53
180	-2.11	-6	h2	3.89
	-2.11	-6	h4	3.89
	-1.89	-6	h4	4.11
	-1.84	-6	h4	4.16
	-1.80	-6	h4	4.20
	-1.88	-6	h4	4.12
	-1.66	-6	h4	4.34
	-1.26	-6	h4	4.74
	-0.93	-6	h4	5.07

	-0.72	-6	h2	5.28
190	-2.36	-6	h2	3.64
	-2.36	-6	h4	3.64
	-2.22	-6	h4	3.78
	-2.02	-6	h4	3.98
	-2.10	-6	h4	3.90
	-1.99	-6	h4	4.01
	-1.81	-6	h4	4.19
	-1.52	-6	h4	4.48
	-1.09	-6	h4	4.91
	-0.90	-6	h2	5.10
200	-2.42	-6	h2	3.58
	-2.42	-6	h4	3.58
	-0.93	-6	h4	5.07
	-1.29	-6	h4	4.71
	-2.30	-6	h4	3.70
	-2.26	-6	h4	3.74
	-2.04	-6	h4	3.96
	-1.68	-6	h4	4.32
	-1.24	-6	h4	4.76
	-1.07	-6	h2	4.93
210	-1.95	-6	h2	4.05
	-1.95	-6	h4	4.05
	-0.31	-6	h4	5.69
	-1.41	-6	h4	4.59
	-2.45	-6	h4	3.55
	-2.40	-6	h4	3.60
	-2.21	-6	h4	3.79
	-1.85	-6	h4	4.15
	-1.40	-6	h4	4.60
	-1.21	-6	h2	4.79
220	-0.35	-6	h2	5.65
	-1.93	-6	h4	4.07
	-0.35	-6	h4	5.65
	-1.47	-6	h4	4.53
	-2.53	-6	h4	3.47
	-2.49	-6	h4	3.51
	-2.32	-6	h4	3.68
	-2.02	-6	h4	3.98

	-1.53	-6	h4	4.47
	-1.36	-6	h2	4.64
230	-2.75	-6	h2	3.25
	-2.75	-6	h4	3.25
	-2.35	-6	h4	3.65
	-2.20	-6	h4	3.80
	-2.79	-6	h4	3.21
	-2.70	-6	h4	3.30
	-2.54	-6	h4	3.46
	-2.25	-6	h4	3.75
	-1.85	-6	h4	4.15
	-1.60	-6	h2	4.40
	240	-3.69	-7.5	h2
-3.69		-7.5	h4	3.81
-3.42		-7.5	h4	4.08
-3.21		-7.5	h4	4.29
-3.09		-7.5	h4	4.41
-2.97		-7.5	h4	4.53
-2.81		-7.5	h4	4.69
-2.54		-7.5	h4	4.96
-2.16		-7.5	h4	5.34
-1.86		-7.5	h2	5.64
250	-4.03	-8	h2	3.97
	-4.03	-8	h4	3.97
	-3.80	-8	h4	4.20
	-3.60	-8	h4	4.40
	-3.42	-8	h4	4.58
	-3.28	-8	h4	4.72
	-3.10	-8	h4	4.90
	-2.85	-8	h4	5.15
	-2.50	-8	h4	5.50
	-2.08	-8	h2	5.92
260	-4.23	-8	h2	3.77
	-4.23	-8	h4	3.77
	-4.11	-8	h4	3.89
	-3.99	-8	h4	4.01
	-3.87	-8	h4	4.13
	-3.66	-8	h4	4.34
	-3.48	-8	h4	4.52

	-3.25	-8	h4	4.75
	-2.83	-8	h4	5.17
	-2.40	-8	h2	5.60
270	-4.39	-8	h2	3.61
	-4.39	-8	h4	3.61
	-4.24	-8	h4	3.76
	-4.29	-8	h4	3.72
	-4.17	-8	h4	3.83
	-4.05	-8	h4	3.95
	-3.89	-8	h4	4.11
	-3.54	-8	h4	4.46
	-3.08	-8	h4	4.92
	-2.61	-8	h2	5.39
280	-4.54	-8	h2	3.46
	-4.54	-8	h4	3.46
	-4.31	-8	h4	3.69

	-4.38	-8	h4	3.62
	-4.45	-8	h4	3.55
	-4.43	-8	h4	3.57
	-4.15	-8	h4	3.85
	-3.77	-8	h4	4.23
	-3.26	-8	h4	4.74
	-2.80	-8	h2	5.20
290	-4.76	-8	h2	3.24
	-4.76	-8	h4	3.24
	-4.51	-8	h4	3.49
	-4.52	-8	h4	3.48
	-4.53	-8	h4	3.47
	-4.59	-8	h4	3.41
	-4.35	-8	h4	3.65
	-4.02	-8	h4	3.98
	-3.50	-8	h4	4.50
	-3.02	-8	h2	4.98
300	-4.96	-8	h2	3.04
	-4.96	-8	h4	3.04
	-4.73	-8	h4	3.27
	-4.66	-8	h4	3.34

	-4.73	-8	h4	3.27
	-4.77	-8	h4	3.23
	-4.62	-8	h4	3.38
	-4.28	-8	h4	3.72
	-3.74	-8	h4	4.26
	-3.32	-8	h2	4.68
310	-5.16	-8	h2	2.84
	-5.16	-8	h4	2.84
	-4.92	-8	h4	3.08
	-4.94	-8	h4	3.06
	-4.97	-8	h4	3.03
	-4.96	-8	h4	3.04
	-4.84	-8	h4	3.16
	-4.53	-8	h4	3.47
	-3.98	-8	h4	4.02
	-3.60	-8	h2	4.40
320	-5.41	-8	h2	2.59
	-5.41	-8	h4	2.59
	-5.20	-8	h4	2.80
	-5.17	-8	h4	2.83
	-5.13	-8	h4	2.87
	-5.17	-8	h4	2.83
	-5.06	-8	h4	2.94
	-4.77	-8	h4	3.23
	-4.21	-8	h4	3.79
	-3.85	-8	h2	4.15
330	-5.57	-8	h2	2.43
	-5.57	-8	h4	2.43
	-5.33	-8	h4	2.67
	-5.25	-8	h4	2.75
	-5.16	-8	h4	2.84
	-5.21	-8	h4	2.79
	-5.11	-8	h4	2.89
	-4.93	-8	h4	3.07
	-4.42	-8	h4	3.58
	-4.14	-8	h2	3.86
340	-5.76	-8	h2	2.24
	-5.76	-8	h4	2.24
	-5.40	-8	h4	2.60

	-5.20	-8	h4	2.80
	-5.10	-8	h4	2.90
	-5.16	-8	h4	2.84
	-5.19	-8	h4	2.81
	-5.07	-8	h4	2.93
	-4.62	-8	h4	3.38
	-4.39	-8	h2	3.62
350	-5.83	-8	h2	2.17
	-5.83	-8	h4	2.17
	-5.52	-8	h4	2.48
	-5.29	-8	h4	2.71
	-5.17	-8	h4	2.83
	-5.19	-8	h4	2.81
	-5.20	-8	h4	2.80
	-5.07	-8	h4	2.93
	-4.85	-8	h4	3.15
	-4.66	-8	h2	3.34
360	-5.88	-8	h2	2.12
	-5.88	-8	h4	2.12
	-5.67	-8	h4	2.33
	-5.47	-8	h4	2.53
	-5.23	-8	h4	2.77
	-5.30	-8	h4	2.70
	-5.35	-8	h4	2.65
	-5.29	-8	h4	2.71
	-5.10	-8	h4	2.90
	-4.95	-8	h2	3.05
370	-5.98	-8	h2	2.02
	-5.98	-8	h4	2.02
	-5.85	-8	h4	2.15
	-5.54	-8	h4	2.46
	-5.34	-8	h4	2.66
	-5.47	-8	h4	2.53
	-5.55	-8	h4	2.45
	-5.54	-8	h4	2.46
	-5.37	-8	h4	2.63
	-5.35	-8	h2	2.65
380	-6.07	-8	h2	1.93
	-6.07	-8	h4	1.93

	-5.74	-8	h4	2.26
	-5.57	-8	h4	2.43
	-5.58	-8	h4	2.42
	-5.66	-8	h4	2.34
	-5.83	-8	h4	2.17
	-5.86	-8	h4	2.14
	-5.72	-8	h4	2.28
	-5.78	-8	h2	2.22
390	-6.08	-8	h2	1.92
	-6.08	-8	h4	1.92
	-5.80	-8	h4	2.20
	-5.74	-8	h4	2.26
	-5.79	-8	h4	2.21
	-5.88	-8	h4	2.12
	-5.99	-8	h4	2.01
	-6.08	-8	h4	1.92
	-6.05	-8	h4	1.95
	-6.12	-8	h2	1.88
400	-6.07	-8	h2	1.93
	-6.07	-8	h4	1.93
	-5.93	-8	h4	2.07
	-5.91	-8	h4	2.09
	-5.95	-8	h4	2.05
	-6.12	-8	h4	1.88
	-6.22	-8	h4	1.78
	-6.37	-8	h4	1.63
	-6.43	-8	h4	1.57
-6.76	-8	h2	1.24	
410	-5.93	-8	h2	2.07
	-5.93	-8	h4	2.07
	-5.93	-8	h4	2.07
	-5.96	-8	h4	2.04
	-6.14	-8	h4	1.86
	-6.30	-8	h4	1.70
	-6.47	-8	h4	1.53
	-6.77	-8	h4	1.23
	-7.15	-8	h4	0.85
	-7.49	-8	h2	0.51
420	-5.84	-8	h2	2.16

	-5.84	-8	h4	2.16
	-5.92	-8	h4	2.08
	-6.11	-8	h4	1.89
	-6.36	-8	h4	1.64
	-6.60	-8	h4	1.40
	-7.00	-8	h4	1.00
	-7.31	-8	h4	0.69
	-7.77	-8	h4	0.23
	-8.19	-8	h2	-0.19
430	-5.85	-8	h2	2.15
	-5.85	-8	h4	2.15
	-6.02	-8	h4	1.98
	-6.32	-8	h4	1.68
	-6.69	-8	h4	1.31
	-7.11	-8	h4	0.89
	-7.56	-8	h4	0.44
	-7.99	-8	h4	0.01
	-8.44	-8	h4	-0.44
	-8.89	-8	h2	-0.89
440	-5.69	-8	h2	2.31
	-5.69	-8	h4	2.31
	-6.10	-8	h4	1.90
	-6.53	-8	h4	1.47
	-7.05	-8	h4	0.95
	-7.80	-8	h4	0.20
	-8.43	-8	h4	-0.43
	-8.89	-8	h4	-0.89
	-9.16	-8	h4	-1.16
	-9.54	-8	h2	-1.54
450	-5.71	-8	h1	2.29
	-5.71	-8	h2	2.29
	-6.35	-8	h2	1.65
	-7.27	-8	h2	0.73
	-7.86	-8	h2	0.14
	-8.65	-8	h2	-0.65
	-9.17	-8	h2	-1.17
	-9.72	-8	h2	-1.72
	-9.91	-8	h2	-1.91
	-10.08	-8	h1	-2.08

PERHITUNGAN VOLUME BORROW PIT		
A	=	100
h1	=	3.81
h2	=	697.25
h4	=	5185.39
Volume Cut	=	147161.07

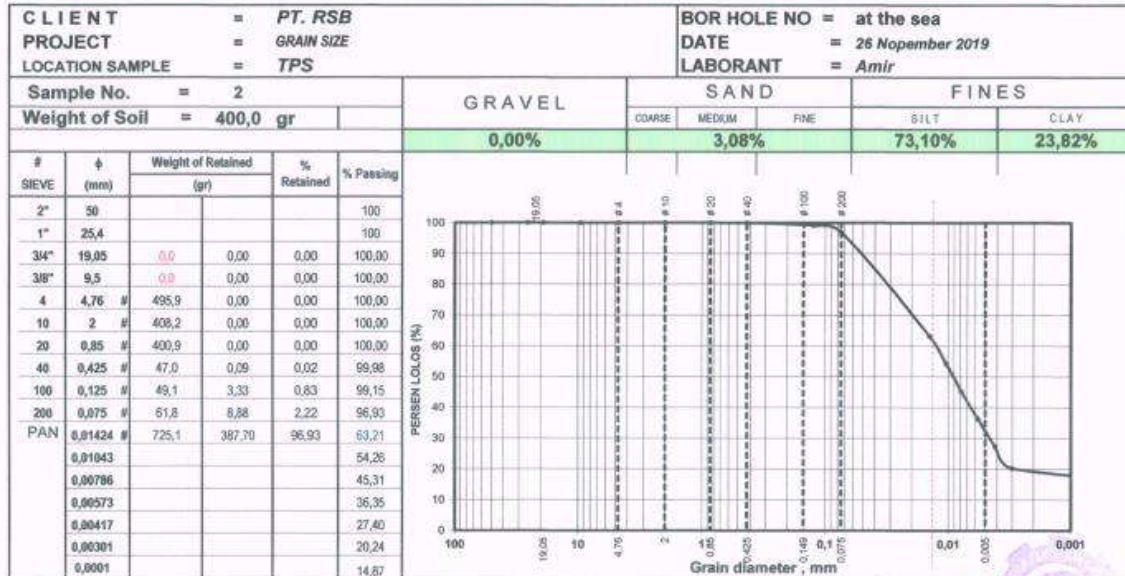
Hasil Perhitungan Autocad CIVIL 3D			
Desain Keruk	Volum Awal	Siltasi 10 %	Volume Akhir
Desain Keruk 2	148903.38	14890.34	163793.72
Total Volume Keruk	148903.38	14890.34	163793.72
Hasil Perhitungan Manual			
Desain Keruk	Volum Awal	Siltasi 10 %	Volume Akhir
Desain Keruk 2	147161.07	14716.11	161877.17
Total Volume Keruk	147161.07	14716.11	161877.17
Error			1.2

LAMPIRAN D
GRAIN SIZE ANALYSIS

LAMPIRAN D
DATA *GRAIN SIZE ANALYSIS*



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Analysis :

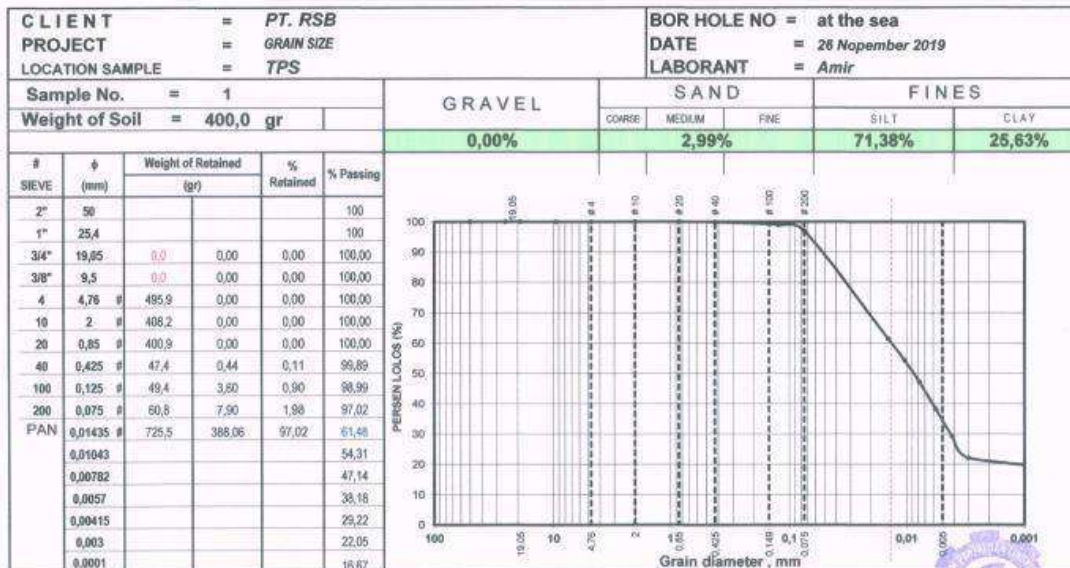
- | | | | |
|----------------|---------------|---------------|--------------|
| 1. D10 = 0,001 | 3. D50= 0,009 | 5. Cu= 14,000 | 7. Gs= 2,845 |
| 2. D30 = 0,005 | 4. D60= 0,014 | 6. CC= 1,578 | |



Activ
Go to



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Analysis :

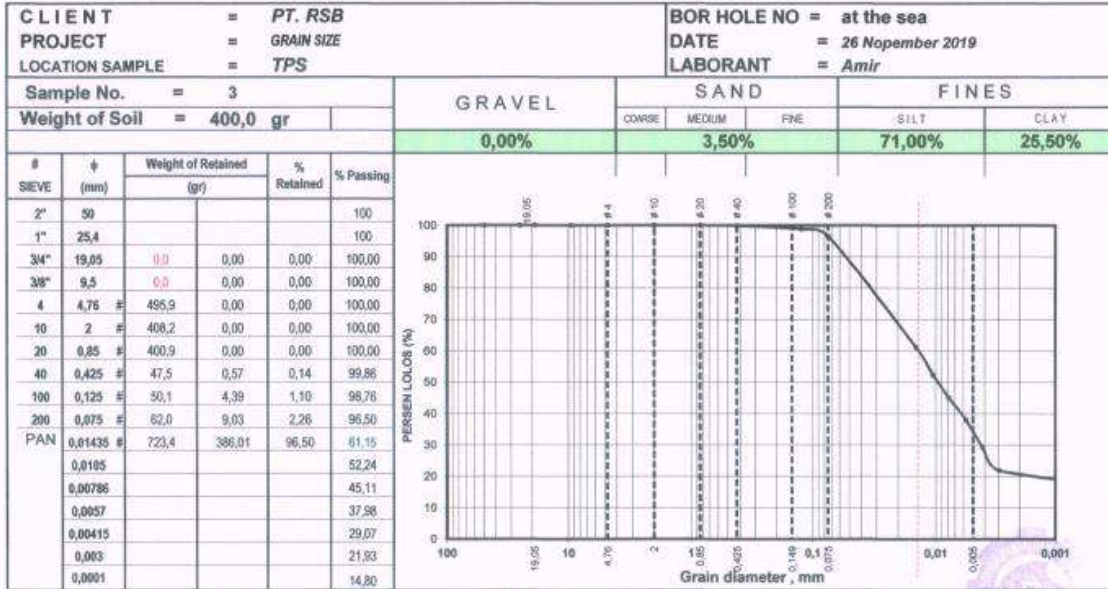
- | | | | |
|----------------|---------------|---------------|--------------|
| 1. D10 = 0,001 | 3. D50= 0,008 | 5. Cu= 14,000 | 7. Gs= 2,845 |
| 2. D30 = 0,004 | 4. D60= 0,014 | 6. CC= 1,321 | |



Activat
Go to Se



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Analysis :

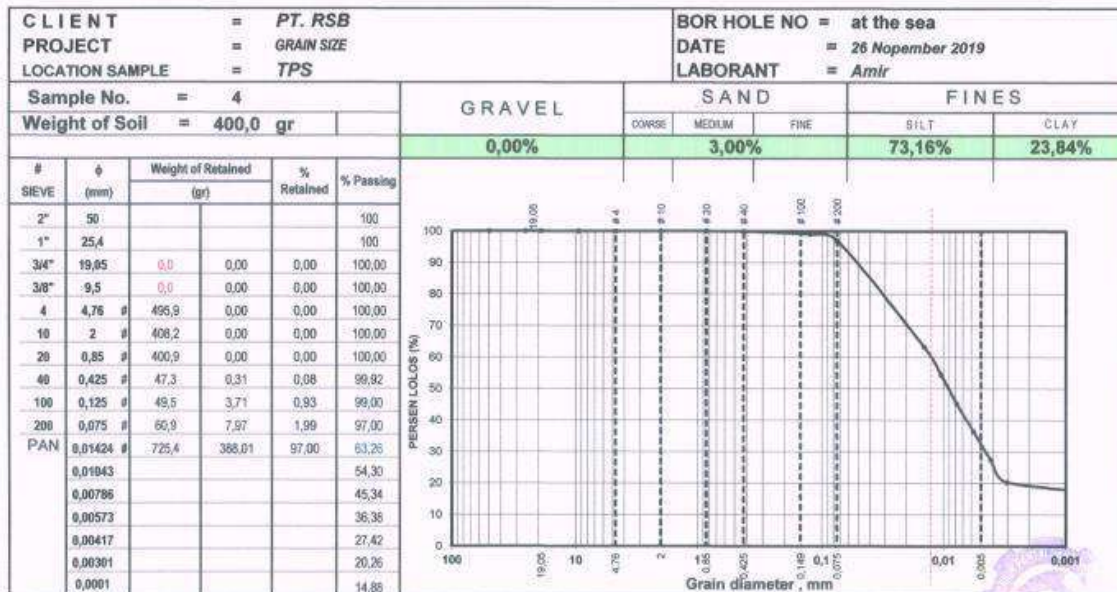
- D10 = 0.001
- D30 = 0.004
- D50 = 0.010
- D60 = 0.014
- Cu = 14,000
- Cc = 1,321
- Gs = 2,845

Pranata Laboratorium
 Aris Riyadiantoro, A.Md
 No. 197603062008101001

Acti
Go to!



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Analysis :

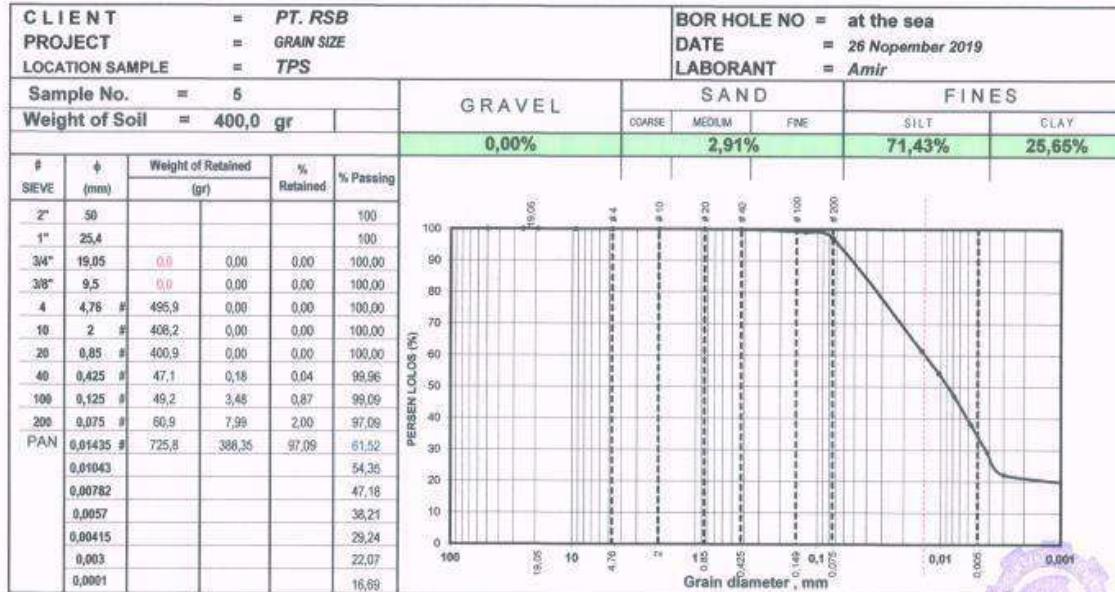
- D10 = 0.001
- D30 = 0.005
- D50 = 0.009
- D60 = 0.013
- Cu = 13,000
- Cc = 1,699
- Gs = 2,845

Pranata Laboratorium
 Amir Riyadiantoro, A.Md
 No. 197603062008101001

Acti
Go to!



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Analysis :

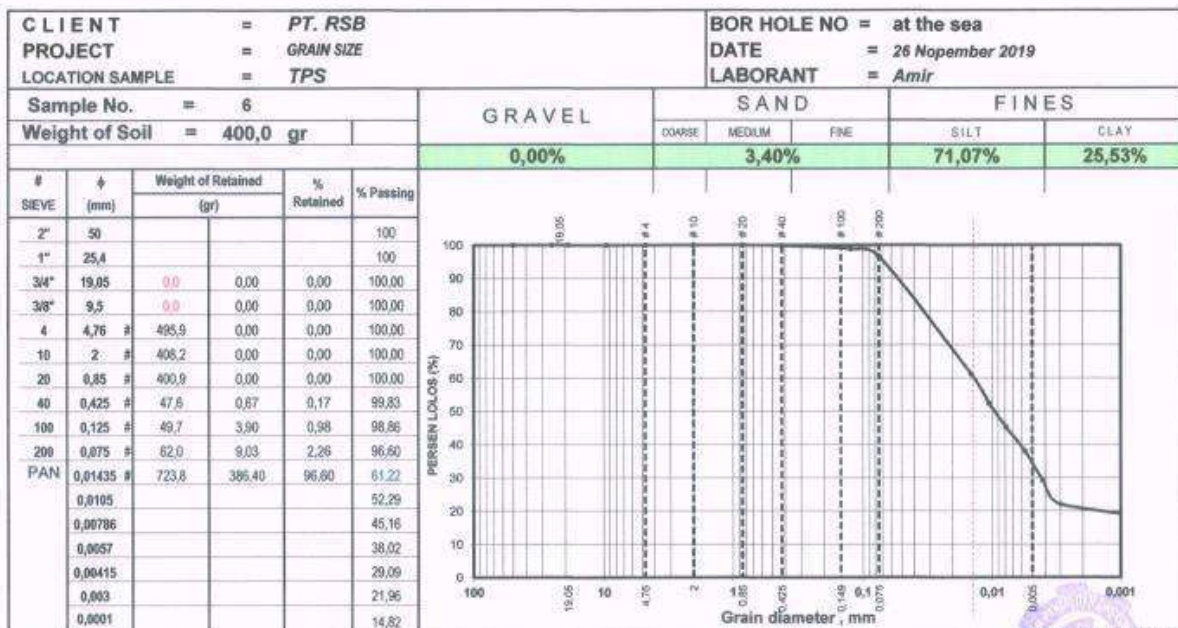
- D10 = 0,001
- D30 = 0,004
- D50 = 0,009
- D60 = 0,014
- Cu = 14,000
- CC = 1,321
- Gs = 2,845



Activ
Go to!



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



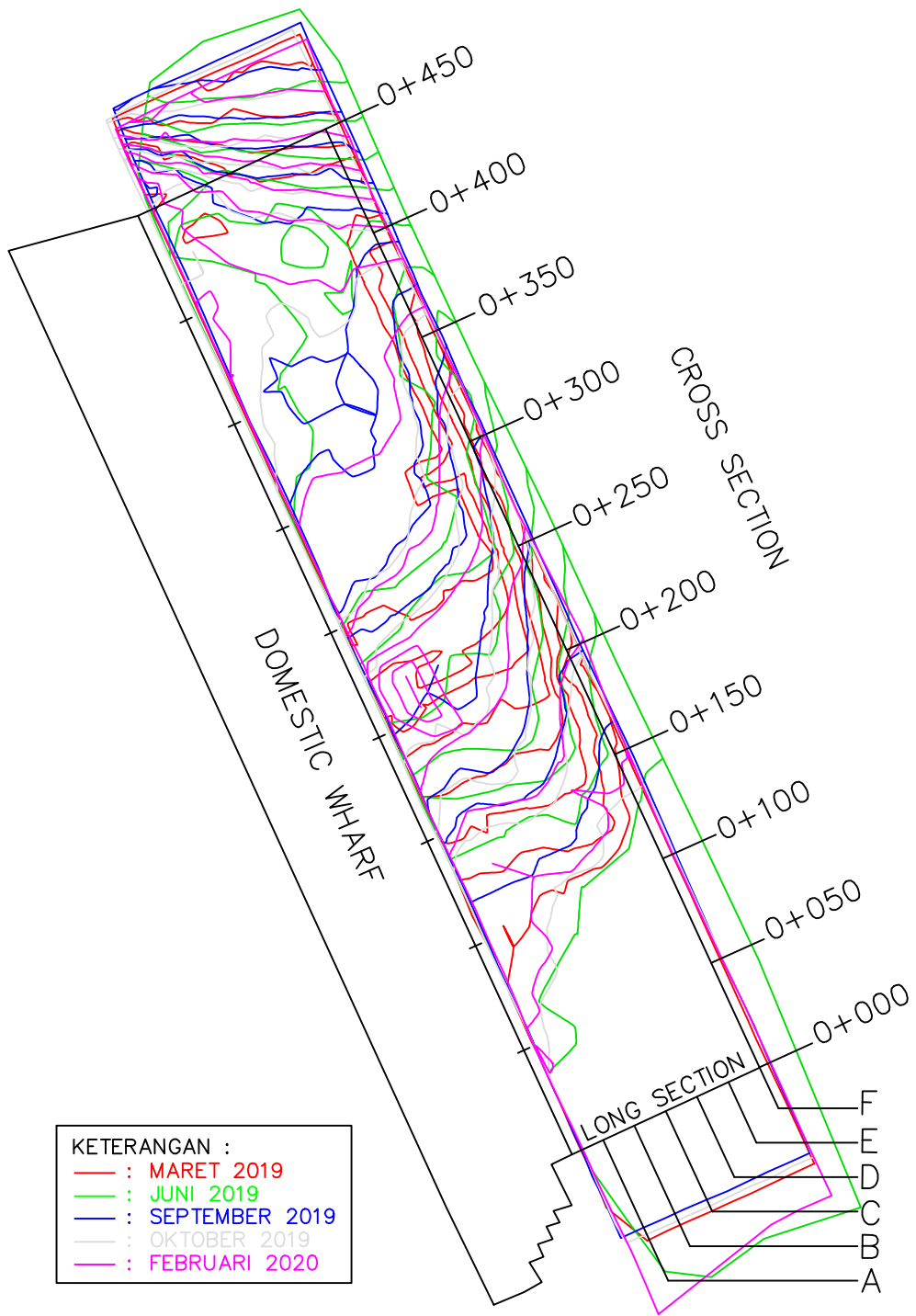
Analysis :

- D10 = 0,001
- D30 = 0,004
- D50 = 0,010
- D60 = 0,014
- Cu = 14,000
- CC = 1,143
- Gs = 2,845



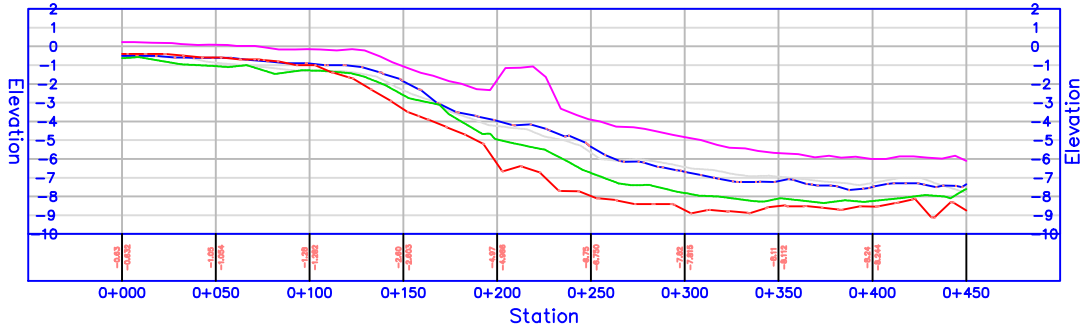
Activ
Go to!

LAMPIRAN E
POTONGAN LONG SECTION DAN CROSS SECTION

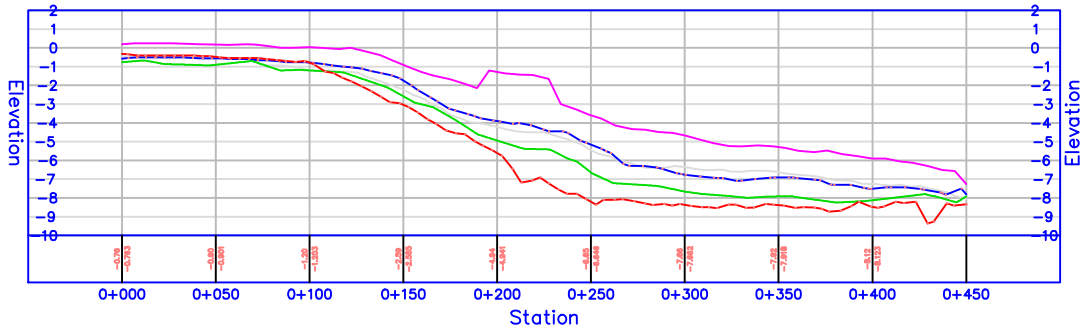


POTONGAN LONG SECTION AREA

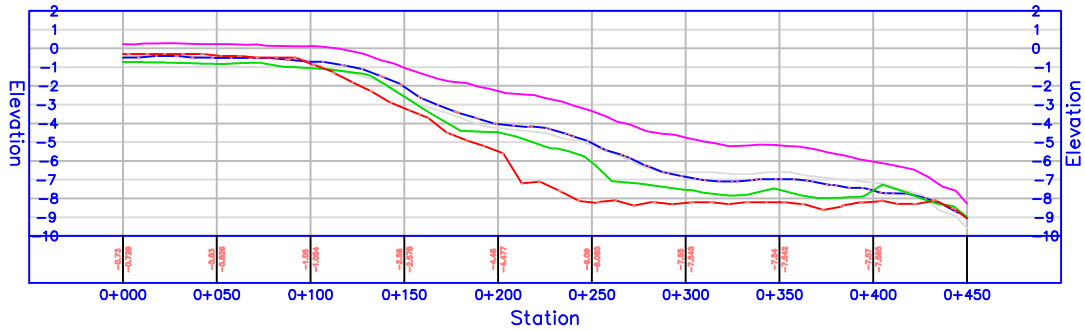
LONG SECTION A PROFILE



LONG SECTION B PROFILE



LONG SECTION C PROFILE



BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Blitar pada tanggal 9 September 1998, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Dharma Wanita Banjarsari, SDN Kesamben 05, SMPN 1 Kesamben dan SMAN 1 Talun. Setelah lulus SMA pada tahun 2016, penulis lolos SNMPTN di Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS yang terdaftar dengan NRP. 04311640000017. Selama kuliah penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan kepanitiaan, diantaranya staff Departemen Humas Indonesia Matime Challenge 2017 dan Bendahara II Indonesia Maritime Challenge 2018 yang merupakan *big event* dari UKM Maritme Challenge. Selain aktif kepanitiaan penulis juga aktif mengikuti organisasi seperti staff Departemen Dalam Negeri HIMATEKLA 2017/2018, staff ahli Departemen Dalam Negeri HIMATEKLA 2018/2019, Bendahara II UKM Maritime Challenge 2017, Staff Divisi Training UKM Maritime Challenge 2018. Penulis pernah melakukan kerja praktik pada tahun 2019 di PT. Alur Pelayaran Barat Surabaya di divisi Komersial, Operasi dan Teknik dimana merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa kepelabuhanan seperti, pengerukan, reklamasi dan pengolahan alur pelayaran.

Contact person : cutputri913@gmail.com