

PENELITIAN / RISET

**ASSESSMENT STRUKTUR MOORING DOLPHIN
PT. SMELTING GRESIK AKIBAT TERTABRAK KAPAL
TONGKANG SEBAGAI DASAR PERBAIKAN STRUKTUR**



DISUSUN OLEH :
PRO PATRIA

SUBAGYO

NIM : 03119108

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA**

2023

TUGAS AKHIR

ASSESSMENT STRUKTUR MOORING DOLPHIN PT. SMELTING GRESIK AKIBAT TERTABRAK KAPAL TONGKANG SEBAGAI DASAR PERBAIKAN STRUKTUR

Disusun oleh:

SUBAGYO
03119108

Diajukan guna memenuhi persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Narotama
Surabaya

Surabaya, 17 Januari 2023
Mengetahui
Dosen Pembimbing,

RONNY DURROTUN NASIHEN, S.T, M.T
NIDN: 0720127002

TUGAS AKHIR

ASSESSMENT STRUKTUR MOORING DOLPHIN PT. SMELTING GRESIK AKIBAT TERTABRAK KAPAL TONGKANG SEBAGAI DASAR PERBAIKAN STRUKTUR

Disusun oleh:

SUBAGYO

03119108

Tugas Akhir ini telah memenuhi persyaratan dan disetujui untuk publikasikan

Surabaya, 17 Januari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing,

PRO PATRIA

RONNY DURROTUN NASIHEN, S.T, M.T

NIDN: 0720127002

LEMBAR PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR INI
TELAH DIUJIKAN DAN DIPERTAHANKAN DHIADAPAN TIM PENGUJI
PADA HARI SELASA 17 JANUARI 2023**

**Judul Tugas Akhir : ASSESSMENT STRUKTUR MOORING DOLPHIN
PT. SMELTING GRESIK AKIBAT TERTABRAK
KAPAL TONGKANG SEBAGAI DASAR PERBAIKAN
STRUKTUR**

**Disusun Oleh : SUBAGYO
NIM : 03119108
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA**

**Tim penguji Terdiri:
Ketua Penguji**

**Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Sipil**

**JULISTYANA TISTOGONDO, S.T., M.T.
NIDN: 0715077503**

**RONNY DURROTUN NASIHEN, S.T., M.T.
NIDN: 0720127002**

Sekretaris

**Fakultas Teknik
Dekan**

**SAPTO BUDI WASONO, S.T., M.T.
NIDN: 0710066902**

**Dr. Ir. ADI PRAWITO, M.M., M.T.
NIDN: 0706056601**

Anggota

**RONNY DURROTUN NASIHEN, S.T., M.T.
NIDN: 0720127002**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Saya:

Nama : SUBAGYO

Nim : 03119108

Judul Tugas Akhir : ASSESSMENT STRUKTUR MOORING DOLPHIN PT. SMELTING GRESIK AKIBAT TERTABRAK KAPAL TONGKANG SEBAGAI DASAR PERBAIKAN STRUKTUR

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan/Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat, maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi Akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 17 Januari 2023

Yang membuat pernyataan



Subagyo

NIM: 03119108

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul **"ASSESSMENT STRUKTUR MOORING DOLPHIN PT. SMELTING GRESIK AKIBAT TERTABRAK KAPAL TONGKANG SEBAGAI DASAR PERBAIKAN STRUKTUR"** bertujuan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Narotama Surabaya. Sebagai manusia saya menyadari akan adanya keterbatasan, kekurangan dan kesalahan. Namun saya telah berusaha semaksimal mungkin untuk melakukan yang terbaik agar Tugas Akhir ini dapat selesai sesuai dengan harapan. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Arasy Alimudin, S.E., M.M. selaku Rektor Universitas Narotama Surabaya;
2. Dr. Ir. Adi Prawito, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Narotama Surabaya yang telah memberikan izin kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Ronny Durrotun Nasihien, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya dan juga sebagai dosen pembimbing yang begitu sabar dan telaten dalam membimbing penyusunan Tugas Akhir ini, apa yang telah bapak berikan begitu sangat berharga dan tidak bisa dibalas dengan apa pun;
4. Bapak dan ibu dosen di Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan inspirasi yang berharga hingga tersusunnya Tugas Akhir ini;
5. Almarhum dan almarhumah orang tua saya yang menginginkan anaknya berpendidikan tinggi, keluarga dan istri serta anak-anak saya tercinta, sebagai penyemangat terbesar bagi saya, dan yang telah banyak memberi dukungan moril serta do'anya;
6. Rekan rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya dan semua pihak yang ikut membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Harapan saya semoga Tugas Akhir ini bisa memenuhi syarat dan tujuan yang dikehendaki, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

ASSESSMENT STRUKTUR MOORING DOLPHIN PT. SMELTING GRESIK AKIBAT TERTABRAK KAPAL TONGKANG SEBAGAI DASAR PERBAIKAN STRUKTUR

ABSTRAK

Dermaga atau Pelabuhan merupakan suatu komplek bangunan menghubungkan bagian darat dan laut yang berfungsi sebagai tempat kegiatan menambat atau merapatkan kapal yang akan melakukan bongkar muat barang atau naik turunnya orang (penumpang) dari dan ke atas kapal. Pelabuhan memiliki beberapa bagian struktur penyusunnya, diantaranya *jetty*, *trestle* dan *mooring*. Masing – masing bagian tersebut didesain sesuai dengan fungsi, jenis dan ukuran kapal yang akan merapat atau bertambat di dermaga supaya dapat menahan gaya-gaya akibat tumbukan kapal dan beban selama proses bongkar muat. Karena struktur dermaga yang berada dilaut terjadinya eksiden merupakan hal yang mungkin saja bisa terjadi baik itu akibat alam ataupun *human error*. Salah satu eksiden terjadi pada *mooring* dolphin milik PT. Smelting yang tertabrak kapal Tongkang (*Mud Barge*) sehingga mengaibatkan beberapa kerusakan pada struktur tersebut. Dalam Tugas Akhir ini studi kasus yang diambil adalah kegiatan Assessment pada Struktur *Mooring Dolphin* milik PT. Smelting. Assessment dilakukan dengan melakukan survey serta pengujian di lapangan dan laboratorium termasuk di dalamnya menilai kondisi visual elemen struktur eksisting. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah struktur tersebut membutuhkan perbaikan terhadap elemen penyusunnya atau tidak. Jika dibutuhkan, maka perbaikan seperti apa yang cocok diterapkan pada elemen struktur tersebut dengan mempertimbangkan aspek waktu pekerjaan yang paling tepat untuk diterapkan pada kondisi eksisting yang ada.

Kata kunci : Assessment, metode perbaikan dan waktu

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan.....	5
1.5. Manfaat.....	6
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu	8
2.2. Teori Dasar yang Digunakan.....	10
2.3. Metode Pengujian pada Struktur	14
2.3.1. <i>Non Destruktif Test</i>	15

2.3.2.	Pengujian <i>Destruktif</i> (<i>Core Drill</i>)	21
2.3.3.	Pengujian Laboratorium.....	22
2.4.	Klasifikasi Kerusakan.....	23
2.5.	Pemilihan Material untuk Perbaikan	23
2.6.	Lokasi Penelitian	25
BAB III METODOLOGI.....		26
3.1.	Bagan Alir Metodologi.....	26
3.2.	Metodologi pengerjaan.....	27
3.2.1	Studi Dasar Teori	27
3.2.2	Pengumpulan Data	27
3.2.3	Pengujian <i>Non Destruktif</i>	28
3.2.4	Pengujian <i>Destruktif</i>	30
3.2.5	Pengujian Laboratorium.....	30
3.2.6	Analisa Data	30
3.2.7	Metode Perbaikan.....	31
3.2.8	Kesimpulan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	Evaluasi Struktur Eksisting	32
4.1.1.	Inspeksi Visual (Kondisi Kerusakan).....	32
4.1.2.	Inspeksi Visual (Posisi <i>Mooring</i>).....	37

4.1.3.	Pengujian UPV.....	38
4.1.4.	Pengujian <i>Under Water</i>	48
4.1.5.	Pengujian <i>Destruktif (Core Drill)</i>	53
4.1.6.	Pengujian Laboratorium.....	58
4.1.7.	Kesimpulan Hasil Pengujian.....	63
4.2.	Rekomendasi dan Saran Perbaikan	65
4.2.1	Bentuk Kerusakan yang Terjadi.....	65
4.2.2	Rekomendasi Perbaikan.....	67
4.3.	Waktu Perbaikan	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		85
5.1.	Kesimpulan.....	85
5.2.	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Referensi Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.2. Klasifikasi Kualitas Beton Menurut BS1881-1986 (2004).....	17
Tabel 2.3. Klasifikasi Kondisi Tiang Berdasarkan Nilai BTA (β indeks)	20
Tabel 2.4. Faktor Koreksi Kekuatan Tekan Berdasarkan Rasio Panjang / Diameter	22
Tabel 2.5. Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan Tipe Kerusakan Beton (<i>Handbook</i> ,2002)	24
Tabel 4.1. Rekap Hasil Pengujian Kepadatan UPV Metode Indirect pada Mooring Dolphin.....	41
Tabel 4.2. Rekap Hasil Pengujian Kepadatan UPV Metode Indirect pada Jetty .	42
Tabel 4.3. Rekap Hasil Kedalam Retak Beton pada Struktur Mooring	45
Tabel 4.4. Rekap Hasil Kedalam Retak Beton pada Struktur Mooring (Lanjutan)	46
Tabel 4.5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kepadatan UPV Metode Indirect.....	46
Tabel 4.6. Rekapitulasi Hasil Kedalaman Retak Beton	47
Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Tebal Tiang SPP	49
Tabel 4.8. Hasil Analisa Pengujian Pile Integrity Test (PIT).....	51
Tabel 4.9. Tabel Hasil Pengujian Sample <i>Core Drill</i>	60
Tabel 4.10. Evaluasi Mutu Beton Eksisting Berdasarkan SNI 6880-2016	61
Tabel 4.11. Resume Hasil Pengujian.....	64
Tabel 4.12. Properti dari Elemen Baja	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Skema Terjadinya Kerusakan pada <i>Mooring</i>	3
Gambar 1.2. Kerusakan pada Perletakan Catwalk	4
Gambar 2.1. Contoh Perbaikan Injeksi pada Beton.....	13
Gambar 2.2. Contoh Perbaikan <i>Grouting</i> pada Beton.....	14
Gambar 2.3. Contoh Pemasangan HDPE Kembali pada Lapisan SPP yang Terkelupas.....	14
Gambar 2.4. Alat Pengukuran UPV dengan PUNDIT LAB dari PROCEQ	16
Gambar 2.5. Pengujian UPV dengan Metode Indirect.	16
Gambar 2.6. Metode Pengukuran Kedalaman Retak dengan UPV Test.....	18
Gambar 2.7. Alat Uji Ultrasonik untuk Ketebalan Pipa, CMXDL.....	19
Gambar 2.8. Perangkat <i>Pile Integrity Test</i> (PIT).....	19
Gambar 2.9. Skematik <i>Pile Integrity Test</i> (PIT).....	20
Gambar 2.10. Pengambilan Sampel Inti Beton (<i>Core Drill</i>).....	21
Gambar 2.11. Penutupan Lubang <i>Core Drill</i>	22
Gambar 2.12. Alat <i>Universal Testing Machine</i>	23
Gambar 2.13. Lokasi Penelitian <i>Mooring Dolphin</i> PT. Smelting Gresik.	25
Gambar 2.14. Tampak Bangunan yang Digunakan Sebagai Penelitian	25
Gambar 3.1. Bagan Alir Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir	26
Gambar 4.1. Dokumentasi Kegiatan Survey Visual.....	32
Gambar 4.2. Kondisi Visual pada <i>Catwalk</i> sisi Jetty	33
Gambar 4.3. Kondisi Visual pada <i>Catwalk</i> sisi <i>Mooring Dolphin</i>	33

Gambar 4.4. Kondisi Visual sisi Atas <i>Mooring Dolphin</i>	33
Gambar 4.5. Kondisi Visual sisi Samping <i>Mooring Dolphin</i>	34
Gambar 4.6. Kondisi Visual sisi Bawah <i>Mooring Dolphin</i>	34
Gambar 4.7. Kondisi Visual SPP <i>Mooring Dolphin</i> (306).....	35
Gambar 4.8. Peta Kerusakan Sisi Atas <i>Mooring Dolphin</i> dan Sekitarnya	35
Gambar 4.9. Peta Kerusakan Sisi Samping <i>Mooring Dolphin</i>	36
Gambar 4.10. Peta Kerusakan, a. Sisi Bawah dan b. Tiang SPP <i>Mooring Dolphin</i>	36
Gambar 4.11. Dokumentasi Pengukuran Dimensi dan Posisi <i>Mooring</i> Eksisting	37
Gambar 4.12. <i>Cross Section Vertical Mooring Dolphin</i>	37
Gambar 4.13. Lokasi Pengujian Kepadatan Beton dengan UPV	38
Gambar 4.14. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 2072 m/s (baik)	39
Gambar 4.15. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 3356 m/s (baik)	39
Gambar 4.16. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 3758 m/s (baik)	39
Gambar 4.17. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 3115 m/s (baik)	39
Gambar 4.18. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 2111 m/s (baik)	39
Gambar 4.19. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) =	

3700 m/s (baik)	39
Gambar 4.20. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 4060 m/s (baik)	39
Gambar 4.21. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 2782 m/s (baik)	39
Gambar 4.22. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 3831 m/s (baik)	40
Gambar 4.23. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 2455 m/s (baik)	40
Gambar 4.24. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 2352 m/s (baik)	40
Gambar 4.25. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 2889 m/s (baik)	40
Gambar 4.26. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 3110 m/s (baik)	40
Gambar 4.27. Pengujian kepadatan beton UPV, Metode Indirect nilai velocity (v) = 3348 m/s (baik)	40
Gambar 4.28. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.027 m ..	43
Gambar 4.29. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.005 m ..	43
Gambar 4.30. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.015 m ..	43
Gambar 4.31. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.039 m ..	43
Gambar 4.32. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.034 m ..	44
Gambar 4.33. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.079 m ..	44

Gambar 4.34. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.049 m ..	44
Gambar 4.35. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.041 m ..	44
Gambar 4.36. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.061 m ..	45
Gambar 4.37. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.123 m ..	45
Gambar 4.38. Pengujian kedalaman retak UPV, nilai Crack Depth = 0.022 m ..	45
Gambar 4.39. Dokumentasi UPV Test pada Struktur Mooring Dolphin sisi Samping	47
Gambar 4.40 Dokumentasi UPV Test pada Struktur Mooring Dolphin sisi Atas	48
Gambar 4.41. Dokumentasi Pengukuran Kedalaman dan Lebar Retak	48
Gambar 4.42. Ilustrasi Posisi Pengukuran Ketebalan Tiang SPP	49
Gambar 4.43. Kondisi Selimut Tiang Pancang SPP yang Tertutup Biota Laut ..	50
Gambar 4.44. Dokumentasi Pelaksanaan Pengukuran Ketebalan Tiang Pancang Sisi <i>Above Water</i>	52
Gambar 4.45. Dokumentasi Pelaksanaan Pengukuran Ketebalan Tiang Pancang Sisi <i>Under Water</i>	52
Gambar 4.46. Dokumentasi Hasil Pembacaan Ketebalan yang Terbaca pada Alat	52
Gambar 4.47. Dokumentasi Pelaksanaan PIT Test pada Tiang Pancang SPP	53
Gambar 4.48. Dokumentasi Hasil PIT Test pada Tiang Pancang SPP	53
Gambar 4.49. Lokasi pengambilan sampel core drill di lapangan	54
Gambar 4.50. Foto Sampel Core Log CD – 1	55
Gambar 4.51. Core Log Sheet CD – 1	55
Gambar 4.52. Foto Sampel Core Log CD – 2	56

Gambar 4.53. Core Log Sheet CD – 2.....	56
Gambar 4.54. Foto Sampel Core Log CD – 3	57
Gambar 4.55. Core Log Sheet CD – 3.....	57
Gambar 4.56. Pengambilan Sampel Inti Beton Dilapangan pada Struktur Mooring Dolphin.....	58
Gambar 4.57. Pengambilan Sampel Inti Beton Dilapangan pada Struktur Trestle	58
Gambar 4.58. Pengujian Kuat Tekan CD – 1	62
Gambar 4.59. Pengujian kuat tekan CD – 2	63
Gambar 4.60. Pengujian kuat tekan CD – 3	63
Gambar 4.61. Lokasi Retak dan Spalling pada Mooring Sisi Atas	68
Gambar 4.62. Pembersihan Permukaan Retak dan Perlebaran	68
Gambar 4.63. Penutupan Permukaan Retak dengan Plameur	69
Gambar 4.64. Pemasangan Nipel Injeksi	69
Gambar 4.65. Pelaksanaan Injeksi.....	70
Gambar 4.66. Contoh Hasil Perbaikan Menggunakan Injeksi Epoxy	71
Gambar 4.67. Skema Urutan Injeksi pada Beton yang Mengalami Retak.....	71
Gambar 4.68. Retak dan Spalling pada Mooring Sisi Bawah	72
Gambar 4.69. Retak dan Spalling pada Jetty Sisi Atas	72
Gambar 4.70. Proses Chipping Beton	72
Gambar 4.71. Proses Pembersihan Permukaan Baja Tulangan.....	73
Gambar 4.72. Proses Coating pada Baja Tulangan dengan Material Anti Korosi	73

Gambar 4.73. Proses Pemasangan Bekisting untuk Grouting di sisi Bawah	74
Gambar 4.74. Proses Pengadukan <i>NonShrink Cement Grout</i>	74
Gambar 4.75. Proses Penginjeksian pada Lubang Inlet.	75
Gambar 4.76. Proses Penginjeksian pada Lubang Inlet yang Telah Selesai	75
Gambar 4.77. Proses <i>Curing</i> pada Bidang Beton yang Sudah Dilakukan Perbaikan	76
Gambar 4.78. Coating (HDPE, FRP Wrap dan Marine Coating) yang Terkelupas pada Tiang SPP	76
Gambar 4.79. Skema Pembersihan Tiang Pancang.....	77
Gambar 4.80. Proses Pelapisan BC Petro Paste	77
Gambar 4.81. Proses Pembalutan BC Petrolatum Tape secara spiral	78
Gambar 4.82. Proses Pemasangan HDPE	78
Gambar 4.83. Proses Pemasangan FRP Wrap.....	79
Gambar 4.84. Proses Pelapisan Marine Coating	79
Gambar 4.85. Lokasi Kerusakan Dudukan Catwalk	80
Gambar 4.86. Skema Erection Catwalk Sementara (Tampak Samping).....	80
Gambar 4.87. Skema Erection Catwalk Sementara (Tampak Depan Jetty).....	81
Gambar 4.88. Skema Perbaikan Dudukan Catwalk pada Area Jetty.....	81
Gambar 4.89. Skema Erection Catwalk Sementara (Tampak Depan Mooring) .	82
Gambar 4.90. Denah Penulangan Pedestal Catwalk Baru.....	82
Gambar 4.91. Potongan 2-2 Rencana Penulangan Pedestal Catwalk Baru	82
Gambar 4.92. Potongan 1-1 Rencana Penulangan Pedestal Catwalk Baru	83
Gambar 4.93. Time Schedule Perbaikan Struktur Mooring Dolphin	84