

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Responden

No	Tanggal Interview	Nama Responden	Jabatan	Aspek	Riwayat dan Pengalaman Kerja
1	4/1/2021 17:05:23	Budi Suchaeri	Direktur PT Wahana Indra Sentosa	Pakar	Galangan Kapal, Pembuat Kapal sejak tahun 2000 sd saat ini, mendesign membuat lebih dari 700 Kapal dengan berbagai jenis material kapal, Fiberglass-Composite, Baja, Aluminium, Kayu, Ferrocement
2	4/2/2021 22:15:51	Dr. Ir. Andrian Andaya L., M.Sc., SMIEEE	Dosen FTP Unhan	Pakar	Dr. Andrian Andaya saat ini bekerja sebagai Senior Scientist di Labs247, Jakarta, dan sejak tahun 2018 mengajar sebagai dosen tetap di Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan. Pada tahun 2017 ia diangkat sebagai Senior Member IEEE (SMIEEE).
3	4/4/2021 21:42:28	Dr. Ir. Endang Widjiati, M.Eng.Sc.	Perekayasa Madya di Balai Teknologi Hidrodinamika, BPPT	Akademisi	Terlibat kegiatan- kegiatan yang berkaitan dengan bidang pengujian model-model kapal dan sistem peringatan dini tsunami.
4	4/8/2021 14:56:49	Murdjito, MSc.Eng	Kepala Laboratorium Hidrodinamika Bangunan Laut - ITS	Akademisi	1994 - sekarang : Fakultas Teknologi Kelautan ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya Posisi: Staf Pengajar, Peneliti Departemen Teknik Kelautan 2015 - sekarang : Tim Independen Pengendalian Keselamatan MIGAS Posisi : Tenaga Ahli Akademisi Bidang Marine Technology
5	4/9/2021 10:02:47	Laksamana Muda TNI Didik	Asops Kasal TNI AL	Regulator	Asops Kasal

		Setiyono, S.E., M.M			
6	4/11/2021 18:11:42	Ir. Beno Kunto Pradekso, Msc. EE	Direktur Utama	Pakar	Saat ini. Solusi247 memiliki produk2 sendiri di area Big Data dan AI juga Radar, AIS, dll di area IoT dan HiTech.
7	4/11/2021 18:24:33	Oktanto Dedi Winarko	Kepala Riset	Pakar	Bekerja di PT. DUA EMPAT TUJUH sejak tahun 2007, dan memiliki pengalaman di bidang radar selama hampir 15 tahun.
8	4/11/2021 18:55:44	Dr. Ir. Jupriyanto, S.T., M.T., CIQaR., IPU	Dosen FTP Universitas Pertahanan RI	Akademisi	Sebagai dosen FTP UNHAN, Konsultan Pengembangan Kemampuan Organisasi dan Teknologi BAKAMLA, Konsultan Industri Pertahanan BAPPENAS, Tenaga Ahli IDKLO KEMHAN, Staf Ahli salah satu perusahaan INDHAN.
9	4/11/2021 21:10:54	Dr.-Ing. Ir. Setyo Nugroho	Kadep Teknik Transportasi Laut, ITS, Surabaya	Akademisi	ITS Surabaya (1994-skg).
10	4/14/2021 13:57:55	Rois Ali	Paur Tekkom Bagopsnal Korpolairud	Operator	Berkaitan dengan TI
11	4/14/2021 14:06:54	Kombes. Pol. Drs. Tubuh Musareh	Kabagopsnal Korpolairud	Regulator	Mengorganisir operasional korpolairud
12	4/15/2021 13:48:19	Kolonel Jan Lucky Boy Siburian	Ka. KPIML	Operator	Bakamla RI
13	4/17/2021 7:42:00	Marsma Ir. Oki Yanuar, S.T.	Kapuslitbang Iptekhan Balitbang Kemhan	Regulator	Kapuslitbang Iptekhan Balitbang Kemhan, S1 Teknik Penerbangan, Kecabangan Teknik
14	4/17/2021 13:50:06	Laksamana Muda TNI Muhammad Ali, S.E., M.M	Asisten Perencana Kepala Staff TNI AL	Regulator	Komandan KRI Nanggala, Asops Lantamal VI Makassar, Dansatsel Koarmatim
15	4/18/2021 21:43:45	Ir. Teguh Haryono, S.T., MBA., IPU	Staff Ahli KKIP : litbang dan standarisasi	Regulator	2020-skrng: KKIP - Staff Ahli 2018-skrng ; PT Prasarana Energi Cirebon - direktur

16	4/21/2021 11:10:51	Laksamana Pertama Samuel H. Kowaas, M.Sc.	Direktur Kebijakan Kamla	Regulator	Direktur Kebijakan Kamla
17	4/21/2021 11:10:52	Laksamana Muda S. Iriawan, M.M.	Sekretaris Utama (Sestama) Badan Keamanan Laut (Bakamla)	Regulator	Kadisपाल, Asपाल Kasal
18	4/22/2021 16:23:31	Laksma TNI Sri Yanto, S.T.	Dirtekindhan Ditjen Pothan Kemhan	Regulator	Dirtekindhan Ditjen Pothan Kemhan
19	4/23/2021 13:58:08	Ir. Ahmad, M.MTr, QIA, CFr.A	Direktur Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai	Regulator	Kapus Pengelolaan Transportasi Berkelanjutan
20	4/23/2021 14:15:58	Dr. Anwarudin, ST. MT.	Kasubdit Sarana dan Prasarana Dir. KPLP	Operator	Kepala KSOP Patimban
21	4/26/2021 17:17:53	Ir. Anshori Djausal, M.T.	Ahli Ferosemen	Pakar	Dosen Fakultas Teknik Universitas Lampung
22	4/27/2021 20:55:46	Capt. Ramadhan Hasri Harahap, MM	Kasubdit Patroli dan Pengamanan KPLP	Operator	Menjadi kepala Syahbandar di beberapa pelabuhan

Lampiran 2. Instrumen Penelitian



PEDOMAN WAWANCARA

Rancang Bangun *Ferrocement Autonomous Buoy System* Untuk *Unmanned Maritime Border Patrol* Guna Meningkatkan Stabilitas Keamanan Maritim Dalam Rangka Menjaga Kedaulatan Negara

A. Identitas Narasumber :

Nama :

Jabatan :

Tanggal Wawancara

Pengalaman :

B. Kedaulatan Maritim:

1. Bagaimana pendapat narasumber bahwa penentuan ALKI memberikan konsekuensi pada pengendalian atau pengontrolan untuk keamanan dan keselamatan bagi para penggunanya, baik bangsa Indonesia maupun bangsa lain.
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

2. Indonesia memiliki potensi kekayaan Sumber Daya Kelautan yang sangat besar. Bagaimana pendapat narasumber mengenai pentingnya menjaga keamanan laut yang dilakukan terus menerus melihat manfaat laut yang luar biasa bagi kehidupan manusia .

Sangat penting 5 4 3 2 1 Tidak penting

3. Bagaimana menurut narasumber mengenai kedaulatan negara di laut secara hukum yang diartikan memiliki wewenang untuk melakukan penuntutan atas pelanggaran-pelanggaran terhadap ketentuan-ketentuan perundang-undangan umum negara baik di bidang pidana maupun perdata.
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

4. Bagaimana menurut narasumber mengenai pentingnya Operasi penegakan hukum di wilayah maritim dilakukan oleh pejabat yang memiliki otoritas hukum untuk mendeteksi kejahatan, menangkap pelanggar dibutuhkan bukti yang diperlukan untuk mendukung penuntutan yang dapat dijalankan di semua wilayah yurisdiksi?

Sangat penting 5 4 3 2 1 Tidak penting

5. Bagaimana pendapat narasumber bahwa pemberlakuan sistem monitoring, control, surveillance dalam penegakan hukum di laut merupakan penegakan kedaulatan di laut?
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

C. Keamanan Maritim:

6. Bagaimana pendapat narasumber bila dikatakan negara yang luas seperti Indonesia, dengan banyaknya pulau-pulau dan pantainya yang panjang juga selatnya yang banyak akan menjadi titik rawan masuknya berbagai ancaman di laut, baik dari atas permukaan atau dari bawah laut?
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

7. Bagaimana menurut narasumber bahwa Kapal perang dan patroli untuk menjaga keamanan laut dalam mengantisipasi ancaman adalah suatu keniscayaan, tetapi dengan biaya yang tinggi?
- Sangat setuju
 - Setuju
 - Netral
 - Tidak setuju
 - Sangat tidak setuju
8. Bagaimana menurut narasumber pentingnya pemantauan berkelanjutan untuk melindungi wilayah maritim dari kegiatan pelanggaran seperti perdagangan narkoba, penyelundupan manusia, penyelundupan senjata, penangkapan ikan secara ilegal, penebangan liar, terorisme, bahkan penculikan juga polusi?
Sangat penting 5 4 3 2 1 Tidak penting
9. Bagaimana pendapat narasumber bahwa pemanfaatan teknologi tanpa awak diharapkan dapat membantu mengisi gap dari kebutuhan alat pengawasan yang sangat tinggi dalam meningkatkan keamanan maritim?
- Sangat setuju
 - Setuju
 - Netral
 - Tidak setuju
 - Sangat tidak setuju

D. Industri/Teknologi Dalam Negeri:

10. Bagaimana pendapat narasumber bila dalam mempertahankan kedaulatan dan menghadapi ancaman maritim, negara Indonesia butuh banyak inovasi yang memiliki kekhususan sebagai negara kepulauan dalam rangka menjaga keamanan maritimnya?
- Sangat setuju
 - Setuju
 - Netral
 - Tidak setuju
 - Sangat tidak setuju

11. Bagaimana menurut narasumber mengenai pemanfaatan potensi alam, SDM dan teknologi dalam negeri bisa mendapatkan kemandirian teknologi yang murah dan tepat guna.
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

12. Bagaimana menurut narasumber bahwa teknologi dalam negeri mampu membangun teknologi tanpa awak baik yang bersifat dinamis atau statis?
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

13. Bagaimana pendapat narasumber bahwa Buoy yang dikenal sebagai alat bantu navigasi bisa dimanfaatkan untuk monitoring dan surveillance maritime border patrol dengan dilengkapi teknologi sensor seperti radar, sonar, kamera dll.
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

14. Bagaimana menurut narasumber bahwa pemanfaatan sistem buoy dilaut akan sangat membantu untuk pengawasan dan monitoring secara terus menerus namun sangat rentan terhadap pencurian dan pengerusakan?
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

15. Bagaimana pendapat narasumber bahwa sumber daya alam di Indonesia seperti semen yang berlimpah dapat dimanfaatkan untuk wahana terapung dengan teknologi tertentu sebagai material *alternatif*?

- a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju
16. Bagaimana tanggapan narasumber bahwa energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, arus laut, gelombang adalah potensi yang besar di Indonesia untuk dimanfaatkan sebagai sumber murah energi sebuah wahana dalam melakukan pengamanan di laut?
- a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Netral
 - d. Tidak setuju
 - e. Sangat tidak setuju

PERTANYAAN TERBUKA KEPADA NARASUMBER

**RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM
UNTUK UNMANNED MARITIME BORDER PATROL GUNA MENINGKATKAN
STABILITAS KEAMANAN MARITIM DALAM RANGKA MENJAGA
KEDAULATAN NEGARA**

NO	PERTANYAAN PENELITIAN	REGULATOR	OPERATOR	PAKAR DAN AKADEMISI
		Pertanyaan	Pertanyaan	Pertanyaan
1	Bagaimana mendefinisikan komponen-komponen Ferrocement Autonomous Buoy System untuk unmanned maritime border patrol?	Bagaimana pendapat bapak mengenai sistem teknologi tanpa awak sebagai satu alternative solusi dilihat dari sudut pandang bapak sebagai regulator?	Bagaimana pendapat bapak mengenai sistem teknologi tanpa awak sebagai satu alternative solusi dilihat dari sudut pandang bapak sebagai operator? Fungsi yang bagaimana yang dapat membantu efektifitas pengamanan maritim?	Bagaimana pendapat bapak mengenai sistem teknologi tanpa awak sebagai satu alternative solusi dilihat dari sudut pandang bapak sebagai pakar? Apa saja syarat dan standard yang harus dipenuhi dalam membangun sistem teknologi tersebut?
2	Bagaimana menyusun prosedur-prosedur melakukan rancang bangun Ferrocement Autonomous Buoy System untuk menjaga stabilitas keamanan maritim?	Apa saja yang harus menjadi pertimbangan untuk pemanfaatan sistem teknologi ini? (Dapat disesuaikan secara individu)	(Dapat disesuaikan secara individu)	(Dapat disesuaikan secara individu)
3	Bagaimana membangun prototype Ferrocement Autonomous Buoy System untuk mendukung kedaulatan di laut?			

Lampiran 3. Jawaban Pertanyaan Terbuka Dari Responden

1. Bagaimana pendapat narasumber mengenai pemanfaatan sistem teknologi Ferrocement Autonomous Buoy System sebagai satu alternative solusi pengamanan di laut? Apa saja ketentuan hukum/peraturan dan standard operation procedure yang harus menjadi pertimbangan agar sistem teknologi tersebut dapat dimanfaatkan?

No	Responden	Jawaban Responden
1	Budi Suchaeri	<p>Ferrocement Autonomous Buoy System, Wahana tersebut adalah benda apung ditengah laut yang diatur dalam PP Nomor 6 Tahun 2020.</p> <p>Pembuatan Ferrocement Autonomous Buoy juga mengikuti aturan pembuatan Kapal Ferrocement yang lazim dan mudah diikuti, FAO pernah mengeluarkan panduan pembuatan untuk kapal penangkap ikan Ferrocement.</p> <p>Menurut pendapat saya sebagai pembuat kapal, pembuatan wahana Ferrocement Autonounus Bouy tidak sulit dibuat, dan dengan teknologi yang tersedia saat ini, berbagai sistem sensor, sonar, radar yang biasa dipasang dikapal akan bisa dipasang pada Ferrocement Buoy ini.</p> <p>Seluruh instalasi peralkatan sebaiknya mengikuti Marine Standard.</p> <p>Ide yang hebat, karena Wahana rintisan ini akan berkembang dan menginspirasi kegiatan riset kelautan yang lain.</p>
2	Murdjito, MSc.Eng	<p>Kalau ferrocement untuk konstruksi buoy belum pernah ketemu, yangsdh pernah dicoba adalah frocement untuk perahu nelayan sekitar 80-an dan untuk FSO Ardjuna sakti,</p> <p>Standard untuk concrete structure di dunia marine strucures yg saya ketahui mengacu umumnya pada:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of concrete structures, 2. BS 8110 - Structural use of concrete, 3. American Concrete Institute 357R-84: (reaffirmed 1997) Design and Construction of Concrete Structures for the Containment of Refrigerated Liquefied Gases (RLG) 4. SNI 6880:2016: Spesifikasi beton struktural; 5. Bureau Veritas: Design and Construction of Offshore Concrete Structures, 6. BS ISO 19903. Petroleum and Natural Gas Industries, Fixed Concrete Offshore Structures, 2006;
3	Dr. Ir. Jupriyanto, S.T., M.T., CIQaR., IPU	<p>Sistem teknologi untuk deteksi dini statik dengan kemampuan operasional 24 jam dapat diperagakan merupakan peluang untuk memastikan data2 obyek terbang, terapung, dan menyelam dapat dikumpulkan. Sehingga dapat digunakan sebagai input keperluan penjagaan dan pengamanan wilayah laut NKRI.</p>
4	Marsma Ir. Oki Yanuar, S.T.	<p>Sangat diperlukan ditengah keterbatasan yg ada Pengaturan lalu lintas laut Interoperability</p>
5	Laksamana Muda TNI Muhammad Ali, S.E., M.M	<p>Sangat setuju untuk memanfaatkan sistem buoy atau rambu suar yang dibangun dengan bahan kandungan lokal yang tidak kalah kualitasnya namun secara harga jauh lebih murah untuk dimanfaatkan sebagai alat surveillance pengamanan di laut. Perlu disesuaikan dengan aturan International seperti</p>

No	Responden	Jawaban Responden
		ketentuan2 yg ada di UNCLOS 82, iMO, aturan2 pelayaran International. Didaftarkan secara resmi dalam ketentuan Navigasi serta dikoordinasikan dengan pihak TNI AL, Kemenko Marves, Kemenhub, Bakamla dan Kemhan dan aparat kemaritiman lainnya.
6	Laksamana Pertama Samuel H. Kowaas, M.Sc.	Teknologi ini feasible untuk dikembangkan. SOP untuk pengamanan sistem itu sendiri serta aturan2 yang terkait dengan keselamatan navigasi.
7	Laksamana Muda S. Iriawan, M.M.	Dapat menjadi suatu yg dapat dipertimbangkan SOP dibutuhkan utk pengamanan sistim itu peralatan itu sendiri, harus dipertimbangkan mengenai letak peralatan tsb agar tidak membahayakan navigasi dan tidak ada pencurian maupun sabotase.
8	Laksa TNI Sri Yanto, S.T.	Setuju pada era sekarang perlu memanfaatkan teknologi utk upaya pengamanan maritim. regulasi keamanan data menjadi perhatian utama
9	Ir. Ahmad, M.MTr, QIA, CFr.A	Pemanfaatan sistem teknologi Ferrocement Autonomous Buoy System tentu akan sangat bermanfaat sebagai satu alternatif solusi pengamanan di laut, khususnya sebagai bentuk dukungan pemanfaatan teknologi dalam tugas pengamanan wilayah negara. Beberapa ketentuan yang perlu dipertimbangkan dalam pemanfaatan teknologi tersebut antara lain meliputi ketentuan yang mengatur terkait penetapan Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI), dan ketentuan internasional dan nasional mengenai penempatan dan spesifikasi teknis Sarana Bantu Navigasi Pelayaran.
10	Ir. Anshori Djausal, M.T.	Ferosemen memang banyak digunakan untuk konstruksi maritim. Dengan karakter dan kekuatan bahan yang dimiliki ferosemen Buoy dengan teknologi ferosemen sangat mungkin dimanfaatkan. Berbagai ketentuan atau prosedur untuk konstruksi maritim dapat dipenuhi.

2. Bagaimana pendapat narasumber mengenai pemanfaatan sistem teknologi Ferrocement Autonomous Buoy System sebagai satu alternative solusi pengamanan di laut? bagaimana spesifikasi dari sistem teknologi ini yang harus dipenuhi agar dapat membantu efektifitas pengamanan maritim dalam mengidentifikasi kapal yang melintas diatas permukaan dan dibawah permukaan laut?

No	Responden	Jawaban Responden
1	Budi Suchaeri	Seperti saat kita berada didalam ruang navigasi kapal, akan muncul dilayar monitor Radar kapal object-object yang terukur jaraknya atau kapal yang ada dalam jangkauan Radar, juga sonar bisa melihat relief dasar laut dan apabila terdapat object akan terdetect secara sonar, begitu juga kita monitor sekeliling kapal dengan AIS receiver. Menurut saya keadaan ini akan masuk dalam system Ferrocement Autonomous Buoy. Data-data dari Radar, Sonar, GPS, AIS tersebut dikirim ke pusat pengendali untuk dapat diolah secara realtime.
2	Murdjito, MSc.Eng	Menurut saya sangat menantang jika kita bisa sistem teknologi Ferrocement Autonomous Buoy System, karena ini bisa maintenance free, tantangannya adalah terkait dengan penyediaan konstruksi buoy yang disyaratkan memenuhi kaidah hidrodinamis, kekuatan dan fleksibilitasnya.

No	Responden	Jawaban Responden
3	Laksamana Muda TNI Didik Setiyono, S.E., M.M	Teknologi Ferrocement telah hadir di Indonesia selama lebih dari 30 tahun. Pada awal munculnya teknologi ini di Indonesia, kebanyakan penerapan teknologi tersebut adalah di bidang struktur laut (marine structures) ataupun pembuatan kapal. Ferrocement adalah sejenis beton bertulang yang berukuran tipis biasanya dibuat dari mortar semen hidraulik ditulangi kawat dengan jarak lapisan dan ukuran jaringan kawat yang rapat yang merupakan material substitusi struktur beton yang lebih efisien dan ekonomis. Ferrocement dapat digunakan untuk mengganti elemen yang terbuat dari kayu ataupun baja karena dapat dibuat dalam bentuk beranekaragam.
4	Dr. Ir. Jupriyanto, S.T., M.T., CIQaR., IPU	Saat ini seluruh sektor pertahanan di dunia bergerak menuju efektivitas penggunaan anggaran. Sehingga jika ada solusi teknologi yang memberikan solusi tersebut akan sinerhi dengan tujuan tersebut. Sistem teknologi mesti sesuai dengan marine standart, karena beroperasi di lingkungan laut. Sehingga dari sisi material, connector, komponen elektronika, dll mesti memilih yg sudah marine standart.
5	Rois Ali	Pemanfaatan teknologi tsb merupakan alternatif yg visible untuk pengamanan dilaut mengingat wil perairan indonesia yg sangat luas... tapi perlu dicatat perihal bagaimana sistem sumber tenaga dan backbond untuk stasiun sistem seperti diatas.
6	Kombes. Pol. Drs. Tubuh Musareh	Salah satu terobosan yg bagus dalam pengamanan di laut.. untuk spesifikasinya harus dpat digunakan untuk melakukan fungsi pemantaun dilaut antra lain trdpat peralatan berupa RADAR, AIS, Long Range Camera dan Sonar
7	Kolonel Jan Lucky Boy Siburian	Spesifikasinya sistem hrs disesuaikan dgn kondisi alam (gelombang, arus laut dll) dimana alat itu ditempatkan dan mudah di pantau selama 24 jam
8	Laksamana Muda TNI Muhammad Ali, S.E., M.M	Bagus sekali karena selain cost effective juga memudahkan dalam sistem pengawakan, namun harus dilengkapi dengan peralatan modern yg memadai seperti radar surveillance, sonar pasif maupun aktif, alat komunikasi, kamera surveillance , alat komunikasi sensor cuaca dan sensor bencana laut....dan dapat digunakan secara sinergis atau terpadu. Khususnya untuk menjaga keamanan dan kedaulatan NKRI di laut.
9	Laksamana Pertama Samuel H. Kowaas, M.Sc.	Setuju. Penentuan jenis sensor harus baik, sistem catu daya yang handal.
10	Laksamana Muda S. Iriawan, M.M.	Saya setuju dg rencana tsb. Krn keterbatasan platform (buoy) sehingga cakupannya akan terbatas dan teknologinya hrs mempertimbangkan sumber energi serta sistim perawatannya.
11	Laksma TNI Sri Yanto, S.T.	Memiliki kehandalan tinggi dan operasional ekonomis
12	Dr. Anwarudin, ST. MT.	Pemanfaatan sistem teknologi Ferrocement Autonomous Buoy System tentu akan sangat bermanfaat sebagai satu alternatif solusi pengamanan di laut. Spesifikasi teknis dari alat tersebut perlu mempertimbangkan lokasi penempatannya secara efektif mengingat batas yurisdiksi negara maupun batas ZEE berada pada lokasi laut dengan kedalaman tertentu dengan karakteristik lingkungan yang spesifik. Perlu dipertimbangkan juga penempatan Buoy dimaksud terhadap kerawanan akibat

No	Responden	Jawaban Responden
		gangguan/bencana alam maupun gangguan keamanan dan keselamatan akibat perlintasan kapal dan lain-lain.
13	Ir. Anshori Djausal, M.T.	Ferosemen Buoy sangat sesuai untuk struktur bawah (substruktur) yang memerlukan berat yang cukup. Bahan ferosemen jauh lebih aman dari vandalism yang banyak terjadi di negeri ini. Spesiifikasi yang diperlukan dapat dipenuhi, karena bahan ferosemen dapat mengikuti bentuk yang diperlukan.
14	Capt. Ramadhan Hasri Harahap, MM	Pendapat saya mengenai sistem ini adalah setuju dan mendukung rencana alternative dolusi sistem ini . Untuk sistem teknologinya , perlu pengkajian mendalam atas penggunaan bahan semen sebagai alat apung terutama mengenai kekuatan dan ketahanan bahan semen itu jika digunakan sebagai bahan sebagai alat apung. Selanjutnya penggunaan peralatan yang nantinya akan dipakai monitoring non stop , seperti RADAR yang antenanya berputar terus , sehingga kemungkinan tidak tahan jika dipakai terus menerus selama 24 jam , mungkin perlu memakai interval waktu untuk on of nya sehingga tidak cepat aus atau rusak serta tahan lama , hal ini perlu menjadi perhatian khusus.

3. Bagaimana pendapat narasumber mengenai pemanfaatan sistem teknologi Ferrocement Autonomous Buoy System sebagai satu alternative solusi pengamanan di laut? Apa saja persyaratan dan standard yang harus dipenuhi dalam membangun sistem teknologi tersebut? Misalnya: 1) buoyancy agar dapat membawa tower dan payload yang cukup, 2) fungsi dan tinggi dari antena untuk radar agar mengoptimalkan jangkauan, 3) perlukah alat untuk bisa membantu stabilitas radar? 4) pemanfaatan sonar, dengan sumber energi yang terbatas?, 5) sistem komunikasi yang dapat dimanfaatkan agar data mudah di transfer dan mudah di share, 6) sumber energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan oleh sistem teknologi buoy ini, 7) Selain AIS trans/receiver alat dan sensor apalagi yang akan bermanfaat dapat dipasang di sistem ini. 8) Selain dari hal diatas silahkan menambahkan yang dianggap perlu tetapi belum disampaikan.

No	Responden	Jawaban Responden
1	Budi Suchaeri	Menurut saya, 1. Pembuatan Ferrocement Buoy, walaupun murah biayanya dibanding material kapal yang lain, perlu diperhatikan sejak mulai dari design hingga pembuatan, sebaiknya dibuat oleh galangan kapal dengan metode pembuatan layaknya kapal. 2. Pemasangan instrumen Radar dengan tower dan antena wajib mengkalkulasi ketinggian antenna dan daya jangkau radar yang akan dipasang.
2	Dr. Ir. Andrian Andaya L., M.Sc., SMIEEE	Teknologi FECABS merupakan suatu alternatif solusi pengamanan laut yang potensial karena relatif murah namun bisa dilengkapi dengan berbagai sensor yang dapat didesain untuk bekerja secara mandiri atau dengan pengendalian jarak jauh. Beberapa persyaratan yang perlu dipenuhi: 1) buoyancy: perlu memperhitungkan beban total dari payload yang dibawa; 2)

No	Responden	Jawaban Responden
		tinggi antena radar: diusahakan setinggi mungkin untuk memperjauh jarak radar horizon, namun juga dengan mempertimbangkan stabilitas FECABS; 3) platform stabilizer: tidak mutlak diperlukan jika lebar beam vertikal antena radar cukup lebar (20 derajat atau lebih); 4) sonar: perlu digunakan untuk memantau ancaman bawah air, dan untuk itu diperlukan juga sumber energi yang cukup; 5) sistem komunikasi: beberapa alternatif bisa digunakan, a.l. seluler & microwave link (FECABS untuk dekat pantai), satelit; 6) sumber energi terbarukan: angin, matahari, gelombang laut; 7) sensor tambahan: kamera, IR, radar; 8) tambahan: perlu dipertimbangkan pemasangan radar beacon pada setiap FECABS agar FECABS mudah terdeteksi radar sehingga memperkecil kemungkinan tertabrak oleh kapal, terutama pada malam hari. Selain itu radar beacon juga dapat berfungsi sebagai tambahan waypoints atau panduan navigasi bagi lalu lintas laut seperti mercusuar.
3	Dr. Ir. Endang Widjiati, M.Eng.Sc.	Perlu adanya dukungan dari industri yang dapat mendukung sistem ini. Industri yang dimaksud adalah industri yang mendukung peralatan yang akan dipasang pada sistem. Perlu adanya kemandirian teknologi pendukung yang dapat menyediakan peralatan sonar, peralatan sistem komunikasi, peralatan AIS dan sensor-sensor lainnya. Hal ini disebabkan karena, jika peralatan yang digunakan merupakan peralatan dari luar negeri, maka proses dasar yang dijalankan pada sistem tersebut masih belum tentu dapat dikuasai oleh kita, rakyat Indonesia sendiri. Jika kita dapat membuat peralatan-peralatan pendukung ini sendiri, maka apapun platform yang digunakan akan sangat mudah disesuaikan.
4	Murdjito, MSc.Eng	Teknologi buoy system sebenarnya sudah cukup umum dipakai sebagai peralatan navigasi atau fungsi yang lain, sedangkan sistem teknologi Ferrocement Autonomous Buoy System yang menarik adalah penggunaan ferrocement sebagai material konstruksi buoy. Untuk standar yang dipakai dalam konstruksi ferrocement sdh saya jelaskan di pertanyaan 1. buoyancy agar dapat membawa tower dan payload yang cukup akan ditentukan oleh criteria stabilitas dan olah gerak (motion) dari system buoy 2. fungsi dan tinggi dari antena untuk radar agar mengoptimalkan jangkauan: saya tidak punya kapabilitas untuk ini 3) perlukah alat untuk bisa membantu stabilitas radar: posisi ketinggian radar akan menentukan titik berat dan luas bidang diatas air, sehingga sangat sensitive terhadap stabilitas, kekuatan dan olah gerak system akibat beban gelombang, arus dan angin no 4) sd 7) saya tidak punya kapabilitas untuk aspek ini 8) mooring system: system bouy akan ditambatkan pada satu koordinat, tentunya ada kriteria terkait dengan batasan perilaku olah gerak serta penempatan peralatan pantau serta jangkauan operasi alat yang diharapkan.
5	Ir. Beno Kunto Pradekso, Msc. EE	Betul, bahwa payload yang cukup akan sangat membantu pengawasan dengan informasi yang dibutuhkan. Akan sangat bermanfaat menurut hemat kami bila ditambahkan sejumlah sensor kamera sehingga pengawasan juga dapat diberikan dalam bentuk gambar/image maupun film pendek. Akan sangat baik pula bila kedepannya kesisteman ini juga dilengkapi dengan sistem komunikasi dengan bandwidth yang besar (misal VDES dengan 200Kilobit per detik) sehingga data yang bisa dikirimkan bisa lebih komprehensif. Demikian pula kesisteman bisa

No	Responden	Jawaban Responden
		<p>dilengkapi dengan lokal processing dengan fungsi Sensor Fusion, Artificial Intelligence sehingga selain Data, informasi juga bisa dilengkapi dengan inferensi setempat. Keamanan dari buoyancy juga menjadi konsern utama, namun karena ini merupakan alat pengawasan keamanan (mil) maka dapat dilengkapi dengan perlengkapan keamanan yang dibutuhkan (beda dengan buoyance sipil).</p>
6	Oktanto Dedi Winarko	<p>Teknologi Forrocement Autonomous Buoy System sangat dibutuhkan untuk pengamanan kedaulatan wilayah laut Indonesia. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vandalisme Unmanned system selalu rentan terhadap suatu kegiatan pengrusakan, terutama jika unmanned system tersebut dilengkapi dengan sesuatu yang dianggap berharga bagi masyarakat pada umumnya. Untuk menghindari beberapa hal yang tidak diinginkan, unmanned system sudah seharusnya memiliki self defence system baik berupa pendeteksian dini ancaman pengrusakan, pemberian peringatan maupun penindakan jika dibutuhkan. Ketika terdapat target yang mendekat pada jarak tertentu, system akan memberikan feedback berupa peringatan sorot lampu dan audio untuk menjauh. Dan system merekam kegiatan baik berupa data ataupun gambar secara terpusat sebagai barang bukti untuk kebutuhan lebih lanjut. 2. Standarisasi Data dan VDR (Voyage Data Recorder) Setiap data yang dihasilkan oleh sensor yang terpasang harus terstandarisasi, berikut adalah contoh beberapa standarisasi sensor <ol style="list-style-type: none"> a. GPS. Mengikuti standarisasi NMEA baik NMEA 0183 ataupun NMEA 2000 dengan sentences berupa GGA, GGL, RMC b. Echo Sounder Mengikuti standarisasi NMEA baik NMEA 0183 ataupun NMEA 2000 dengan sentences berupa DPT, DBT dan MTW c. Radar Radar juga terdapat dua output yang biasa dipakai yaitu NMEA untuk Automatic Radar Plotting AID (ARPA) maupun Asterix Selain berupa data, sensor yang terpasang dapat berupa luaran audio, image dan video. Semua luaran sensor dikirim ke pusat untuk kebutuhan pengawasan, analisa, dan kebutuhan lainnya sedang arsip di lokal Buoy dapat disimpan dalam bentuk database dan VDR. 3. Sensor Coverage Pada system pengawasan, penentuan area penting yang harus diawasi menjadi hal utama yang perlu diperhitungkan. Dari kebutuhan tersebut maka akan bisa ditentukan jenis sensor yang akan dibutuhkan beserta dengan jangkauan yang diberikan oleh sensor tersebut. Pemasangan pada coke ALKI didasarkan pada luasan area menjadi pertimbangan berapa jumlah sistem bouy yang akan digunakan beserta ketinggiannya mengacu pada kemampuan jangkauan sensor yang dipasang. Radar, kemampuan radar ditentukan oleh jenis antena yang dipergunakan, daya pancar, sensitivitas receiver dan frekuensi yang dipergunakan. Umumnya jenis radar permukaan yang dipergunakan untuk keperluan ini bekerja pada frekuensi X band atau S band yang bersifat line of sight (LOS), untuk mengoptimalkan jangkauan deteksi target, umumnya radar

No	Responden	Jawaban Responden
		<p>dipasang di tempat yang memiliki ketinggian optimum. Pemasangan radar pada ketinggian empat meter ASL, akan memperoleh jangkauan sekitar 15 km pada target yang memiliki ketinggian 5 meter, 18 km pada target yang memiliki ketinggian 10 meter dan 21 km pada target yang memiliki ketinggian 15 meter. Informasi detail ini bisa diakses pada tautan berikut: https://drive.google.com/drive/folders/1pT0KwAsW9n6DSyGx_6jz1_93BMk8isGh?usp=sharing</p> <p>AIS, perangkat ini bekerja pada frekuensi VHF sehingga pada ketinggian yang sama memiliki jangkauan yang lebih jauh dibandingkan radar permukaan. AIS lebih tahan terhadap adanya obstacle.</p> <p>Camera, penggunaan camera pada pengawasan biasa dipergunakan untuk klasifikasi dan identifikasi target. Jarak jangkau sensor optic ini cukup pendek dan sangat bergantung dari pencahayaan dan cuaca. Umumnya sensor identifikasi ini hanya dipergunakan untuk mengidentifikasi target yang mendekat.</p> <p>4. Power System Management Selain kemampuan perangkat dan jarak jangkau sensor yang dipasang, hal yang tidak kalah penting ketika mendesain unmanned system adalah management daya yang dapat mengakomodir kebutuhan seluruh perangkat. Power System Management menghitung jumlah daya yang dibutuhkan seluruh perangkat yang terpasang, menyediakan kebutuhan daya pada perangkat secara kontinyu sehingga perangkat bekerja dengan optimal, menstabilkan dan menyimpan daya berlebih yang dihasilkan oleh generator sebagai tegangan backup. Perhitungan yang tepat antara daya yang dihasilkan oleh generator, daya yang digunakan dan daya yang disimpan menjadi critical issue. Kita bisa ambil contoh tegangan yang dihasilkan solar panel. Terdapat waktu optimum dimana energi cahaya matahari dikonversi ke tegangan yaitu ketika intensitas cahaya matahari sedang tinggi - tingginya, tapi pada saat pagi, sore dan malam hari tegangan yang dihasilkan oleh solar panel ini mendekati nol, begitu juga ketika mendung. Hal ini tentu saja harus diperhitungkan, tanpa Power System Management yang bagus, sistem akan bekerja kurang optimal dan jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan kerusakan pada</p> <p>5. Communication System Ketika sensor dapat bekerja dengan optimal, begitu juga dengan power system pada system autonomous yang didesain bekerja dengan baik, hal berikutnya yang tidak kalah penting adalah bagaimana data yang dihasilkan dari autonomous system ini dapat dikirimkan ke pusat pengawasan. Diperlukan perhitungan kebutuhan bandwidth yang dibutuhkan, data link yang dipergunakan, serta protocol aplikasi yang akan dipakai.</p> <p>Bandwidth Sensor pengawasan umumnya menggunakan bandwidth yang rendah, hal ini untuk menjamin bahwa informasi yang dikirimkan atau diterima reliable. Sistem radar menggunakan ARPA yang berbasis NMEA 0183 dimana membutuhkan kecepatan data 4800 bps demikian juga sonar, sedangkan AIS menggunakan NMEA 0182HS dengan kecepatan data 38400 bps. Hal yang berbeda dengan kamera yang dapat menghasilkan video atau gambar dimana ukurannya cukup variatif bergantung dengan resolusi dan jenis kompresi. Handle khusus dibutuhkan untuk menekan kebutuhan bandwidth kamera.</p>

No	Responden	Jawaban Responden
		<p>Data Link Layer</p> <p>Media transmisi yang dipergunakan menyesuaikan dengan ketersediaan jaringan yang ada pada area pemasangan. Jenis media transmisi yang paling mudah adalah pemanfaatan jaringan GSM/BTS dari operator, selain memiliki kecepatan data yang tinggi media transmisi ini juga sangat mudah dalam pemasangan. Umumnya daerah laut yang masih terjangkau dengan coverage GSM ini adalah sekitar 10 km dari bibir pantai. Ketika pemasangan dilakukan di daerah yang sudah tidak tercover oleh GSM atau memiliki bandwidth rendah, media transmisi khusus diperlukan untuk mengakomodir kebutuhan ini. Beberapa opsi diantaranya adalah LORA (Long Range Radio), DigiMesh (perangkat komunikasi dengan prinsip mesh), dan jika memungkinkan memakai VDES (VHF Data Exchange System) yang memang didesain untuk komunikasi dilingkungan maritim.</p>
7	Dr. Ir. Jupriyanto, S.T., M.T., CIQaR., IPU	Memiliki sensor yang dapat menangkap obyek di wilayah laut baik yang tradisional maupun unconventional.
8	Dr.-Ing. Ir. Setyo Nugroho	<p>1. Terus menerus selama masa operasi, buoy harus memiliki stabilitas memadai (tetap tegak, tidak terbalik) dan bouyancy/ daya apung yang mencukupi (agar tidak tenggelam). 2. Peralatan yang terpasang harus mengkonsumsi energi serendah mungkin, agar bisa buoy bisa memanfaatkan energi terbarukan sepenuhnya (khususnya energi surya). 3. Perlunya overlay radar atau teknologi lain dengan AIS, mengingat justru kapal-kapal yang punya misi tidak baik bagi Indonesia sering mematikan AIS.</p>
9	Laksamana Muda TNI Muhammad Ali, S.E., M.M	Sebagai saran untuk buoy dibuat seperti rambu suar yg fixed tidak dengan mooring, sehingga lebih tahan terhadap cuaca buruk....dan dapat dimanfaatkan utk fungsi pemeliharaan secara lebih mudah
10	Ir. Anshori Djausal, M.T.	<p>1. Dimensi dapat disesuaikan untuk mendukung payload maupun stabilitas struktur.</p> <p>2. Keperluan tower dapat disesuaikan dengan bentuk bouy yang memperhatikan balance of structure</p> <p>3. dimungkinkan untuk melengkapi structure pelengkap pada buoy untuk stabilitas radar</p> <p>4. Pada buoy juga dapat dilengkapi platform untuk solar panel untuk kepentingan sonar</p> <p>5. Dengan sistem komunikasi saat ini sangat mungkin membangun jaringan komunikasi data almost real time</p> <p>6. Energi matahari dengan penempatan panel surya yang aman dan memadai</p> <p>7. Sensor tentang data data lingkungan diatas permukaan maupun bawah laut juga akan sangat berguna untuk hal yang lebih luas.</p>

Lampiran 4. Dokumentasi Wawancara, FGD, RTD

**Foto 1. Murdjito, Msc.Eng (Pakar Perkapalan dan Bangunan Laut, ITS),
Dr. Ir. Endang Widjiati, M.Eng.Sc. (Pakar Sensor Bawah Laut,
BPPT), Dr.-Ing. Ir. Setyo Nugroho (Pakar Teknik Transportasi
Laut, ITS)**



Foto 2. Pakar Radar Dr. Andrian Andaya



Foto 3. Akademisi Dr. Jupriyanto



Foto 4. Laksamana Muda TNI Didik Setiyono, S.E., M.M (ASOP KASAL TNI AL), dan Laksamana Muda TNI Muhammad Ali, S.E., M.M (Pangkogabwilhan I)



Foto 5. Pakar Ferrocement Budi Suchaeri



Foto 6. Praktisi Radar Ir. Beno Kunto Pradekso



Foto 7. Kepala Riset PT. Solusi 247 Oktanto Dedi Winarko



Foto 8. Regulator Ir. Teguh Haryono, S.T., MBA., IPU (Staf Ahli KKIP)



Foto 9. Regulator Laksamana Muda S. Iriawan, M.M. (SESTAMA Bakamla)



Foto 10. Operator Kolonel Bakamla Jan Lucky Boy Siburian (KA KPIML BAKAMLA RI).



Foto 11. Regulator Marsma Ir. Oki Yanuar, S.T. (Kepala Dinas Aeronautika TNI AU)

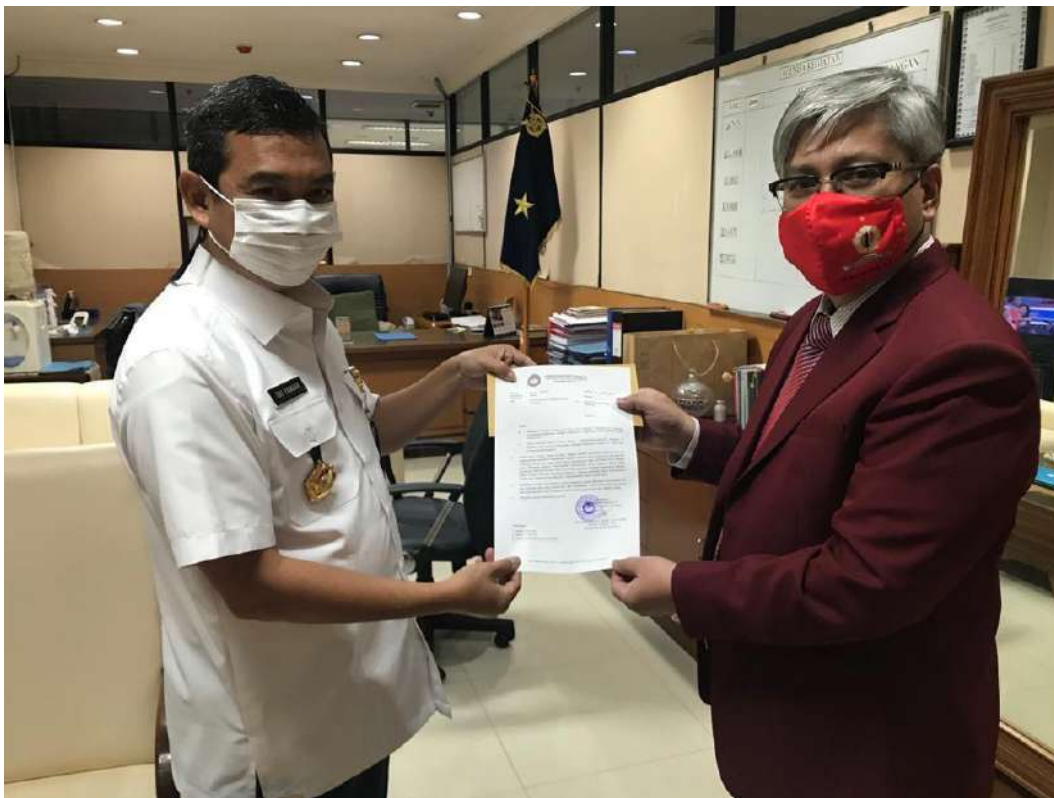


Foto 12. Operator Capt. Ramadhan H. Harahap, MM., Ir. Ahmad, M.MTr, QIA, CFr.A, Dr. Anwarudin ST., MT. (KPLP)



Foto 13. Regulator Laksma TNI Sri Yanto, S.T. (Dir. Indhan – KEMHAN)



**Foto 14. Regulator Kombes. Pol. Drs. Tubuh Musareh
(KABAGOPSNAL KORPOLAIRUD)**



**Foto 15. Operator Rois Ali (PAUR TEKKOM BAGOPSNAL
KORPOLAIRUD)**



Foto 16. *Forum Group Discussion*



FGD

STRATEGI PENEGAKAN HUKUM DI PERAIRAN INDONESIA
DENGAN MEMANFAATKAN KEMAJUAN TEKNOLOGI
[Universitas Pertahanan, 11 Februari 2021](#)

Dr. Surya Wiranto, SH MH

Sistem Sensor Surveillance Maritim pada FECABS untuk Memantau dan Mendeteksi Ancaman di Permukaan dan Bawah Laut

Dr. Ir. Andrian Andaya Lestari, M.Sc., SMIEEE

Rancang Bangun *Ferrocement Autonomous Buoy System* Untuk *Unmanned Maritime Border Patrol* Guna Meningkatkan Stabilitas Keamanan Maritim Dalam Rangka Menjaga Kedaulatan Negara

Dr. Jupriyanto, ST, MT, CIQaR, IPU.
Prodi Industri Pertahanan – Fakultas Teknologi Pertahanan
UNIVERSITAS PERTAHANAN



Operasi TNI AL di Wilayah Perairan Indonesia

Kolonel Laut (P) Dr. Rudy Sutanto, S.I.P., M.M., CIQaR

Foto 17. Round Table Discussion I

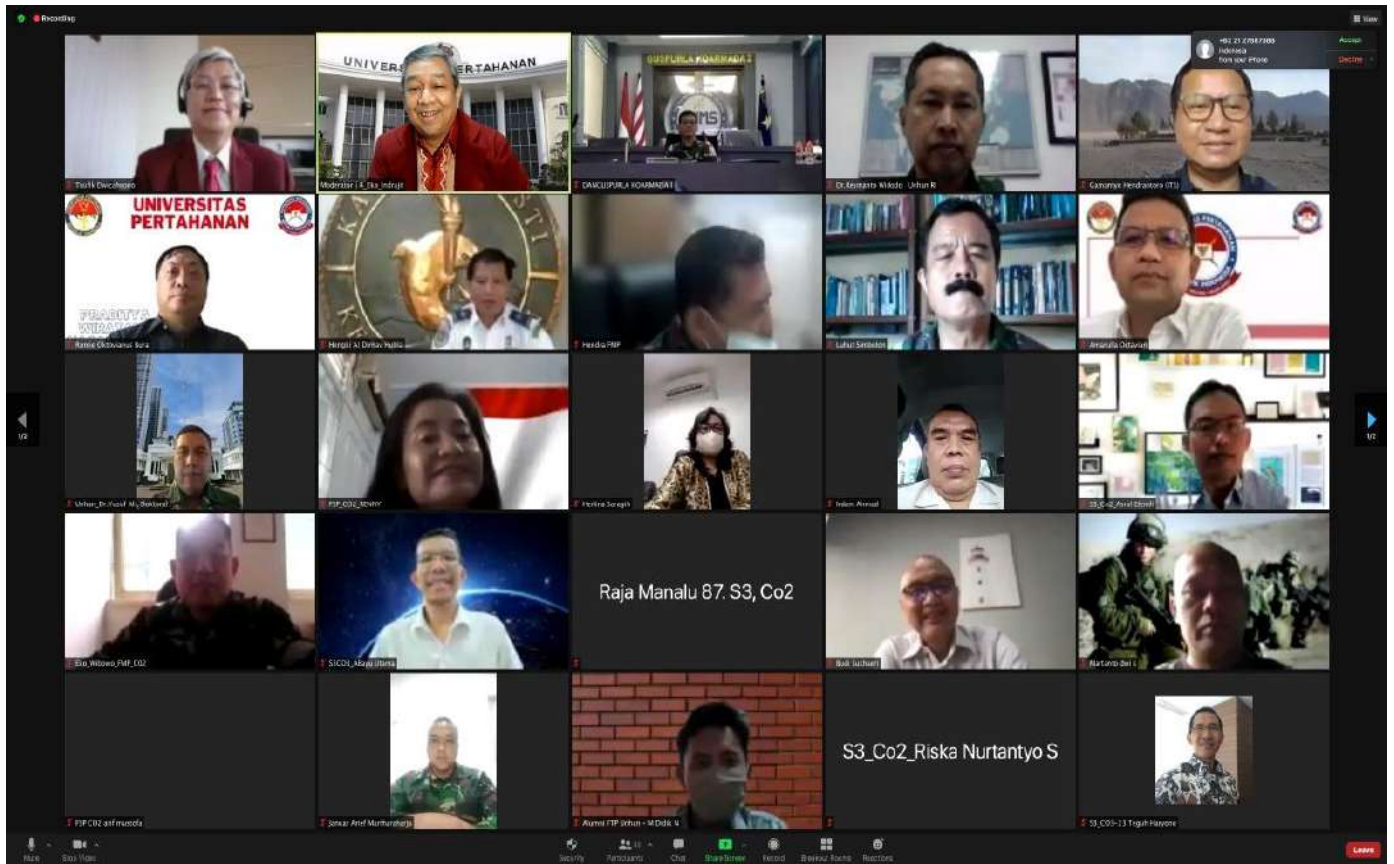
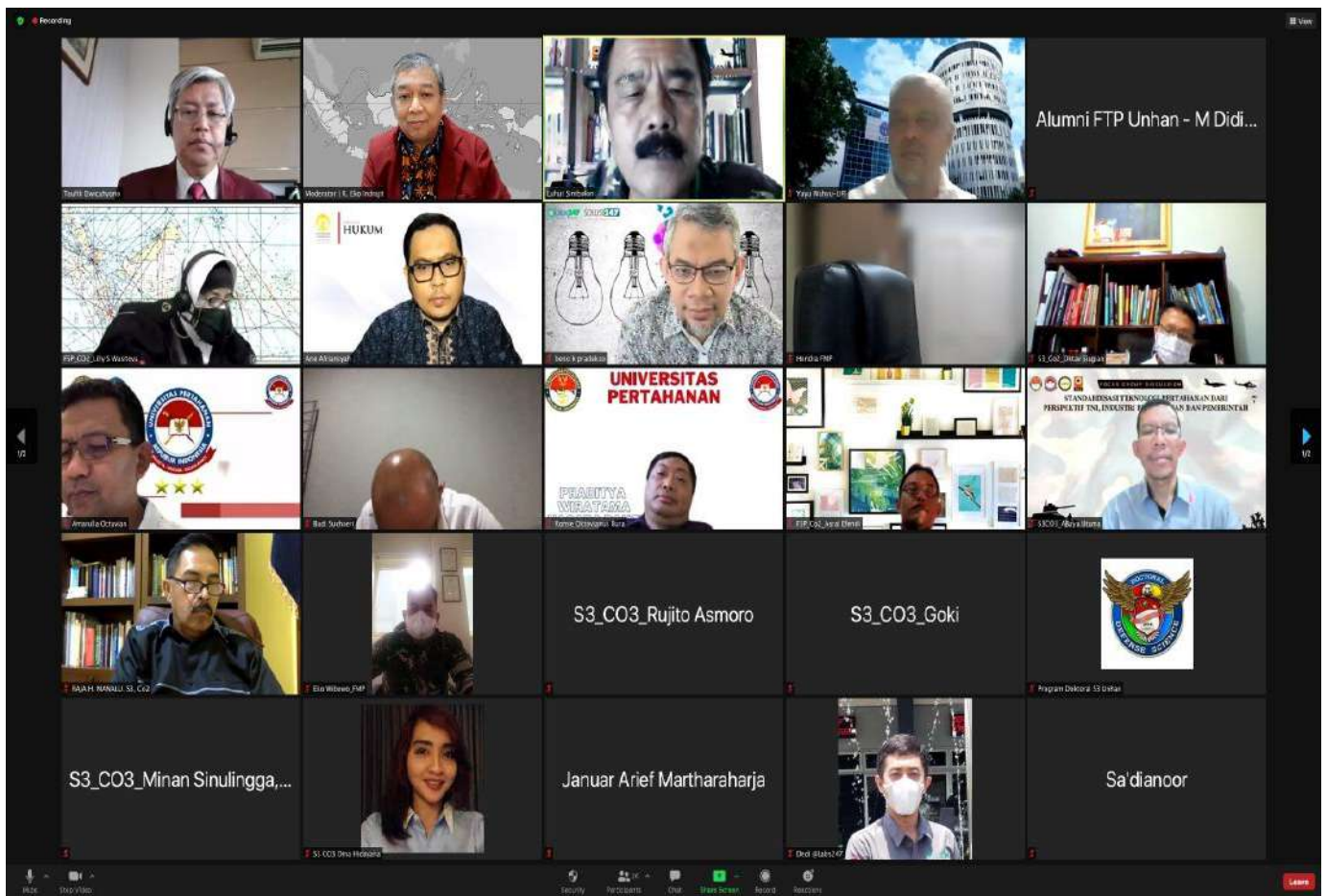


Foto 18. Round Table Discussion II



Lampiran 5. Rancang Bangun FECABS dari PT. Wahana Indra Sentosa



WISe
PT. WAHANA INDRA SENTOSA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Penelitian terhadap Ferrocement Autonomous Buoy System (FECABS) dari pengembangan ide bersama, perkerjaan desain, pembangunan, integrasi sistem, dan pengujian uji internal seperti uji berat, uji kebocoran, uji dinamis, uji kelistrikan telah dilaksanakan dengan baik serta analisis kekuatan struktur dapat diselesaikan.

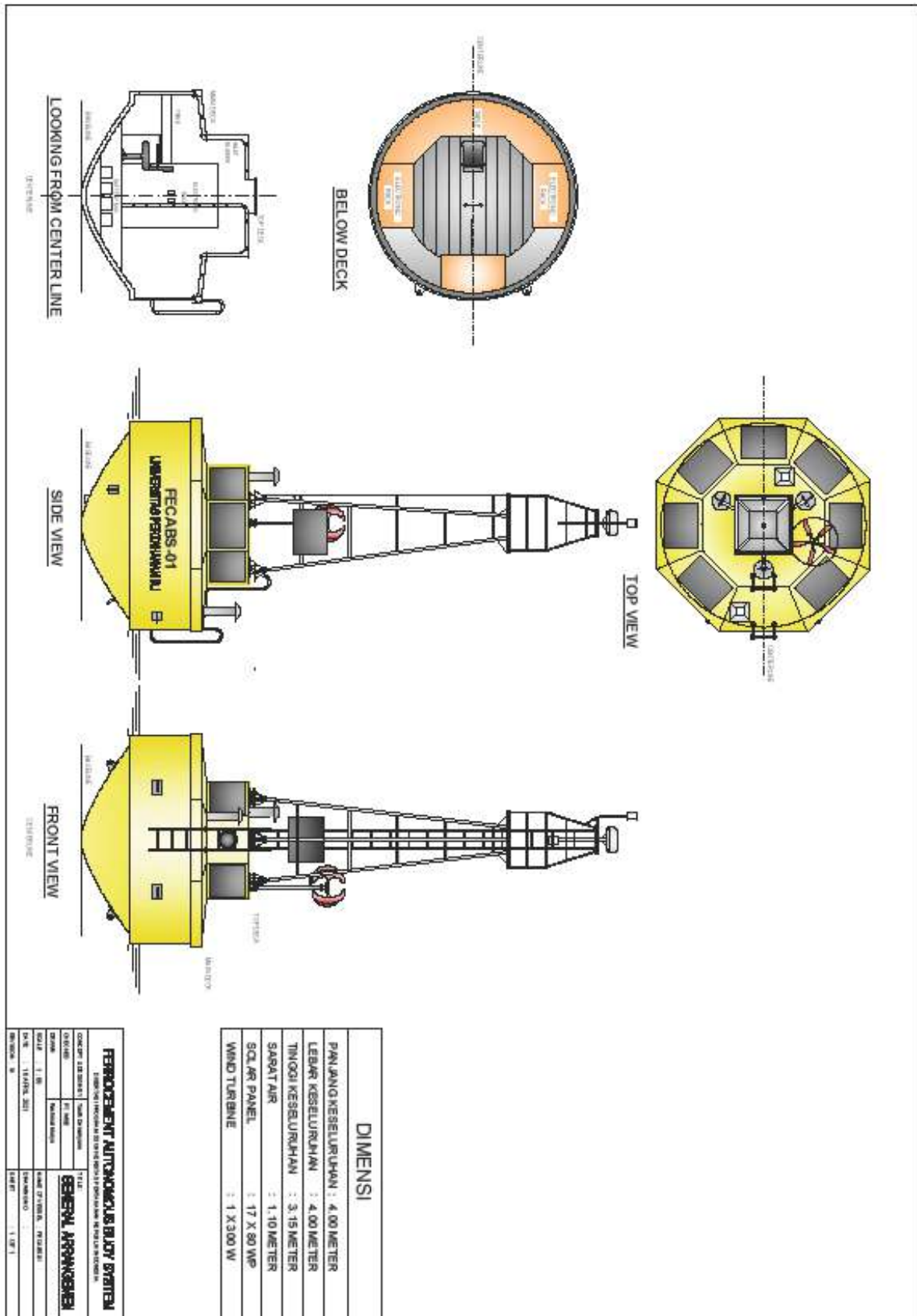
Penelitian ini merupakan kerjasama antara PT. Wahana Indra Sentosa, BSD Kota Tangerang - Banten dalam ini dilakukan dengan Universitas Pertahanan, sehubungan dengan Program Doktor Ilmu Pertahanan Konsentrasi Teknologi Pertahanan atas nama Taufik Dwicahyono NIM 220190201019 dengan tema Rancang Bangun Ferrocement Autonomous Buoy System Untuk Static Unmanned Maritime Border Patrol Guna Meningkatkan Stabilitas Keamanan Maritim Dalam Rangka Menjaga Kedaulatan Negara. Penelitian ini dilakukan di Workshop PT. Wahana Indra Sentosa dilakukan kajian terhadap aspek kekuatan struktur FECABS.

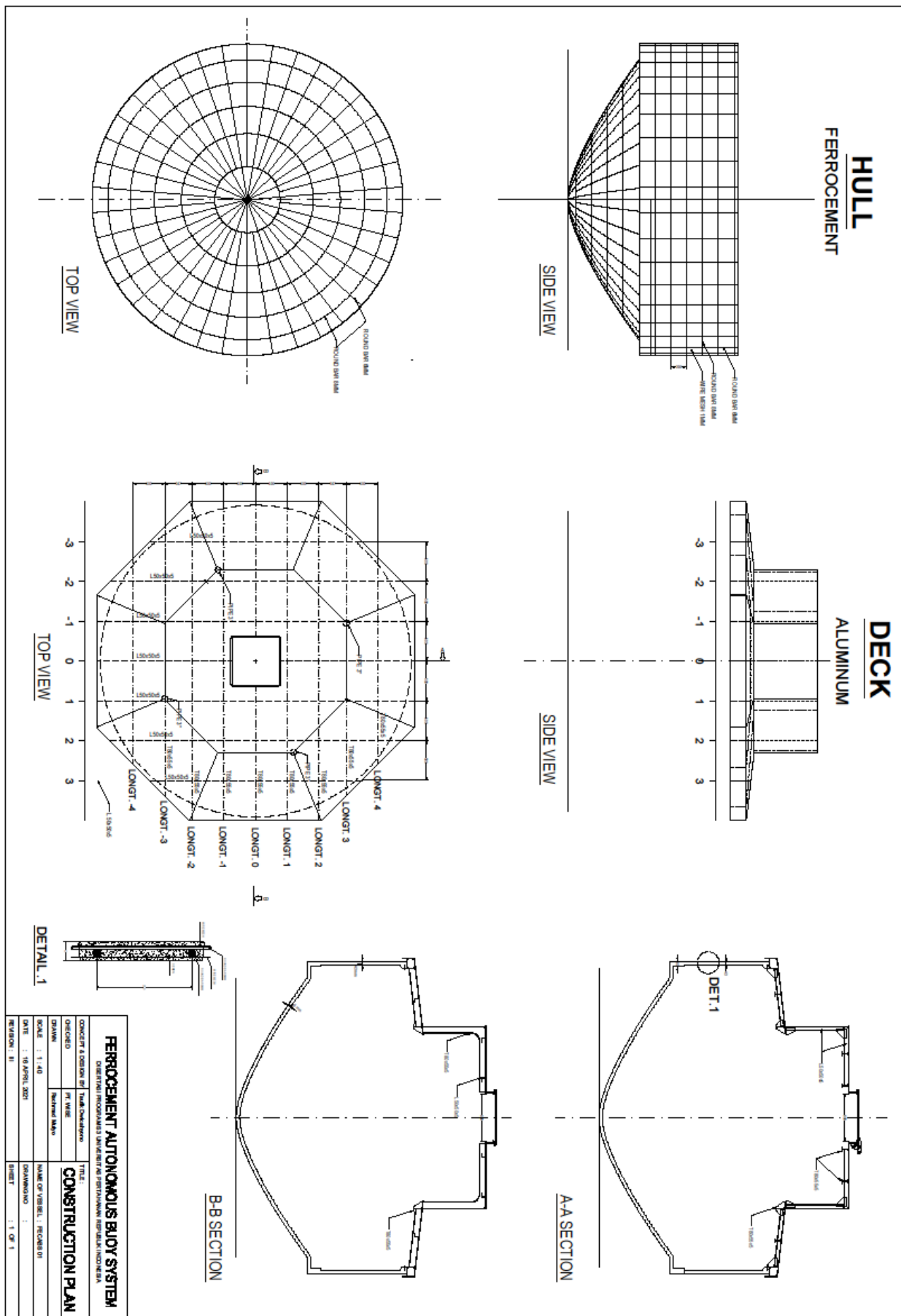
Demikian Laporan ini kami buat, sebagai rangkuman dari analisis kekuatan struktur yang dilakukan pada FECABS, semoga dapat menjadi masukan dan mendukung kegiatan penelitian terhadap FECABS tersebut. Atas kerjasama semua pihak disampaikan terimakasih.

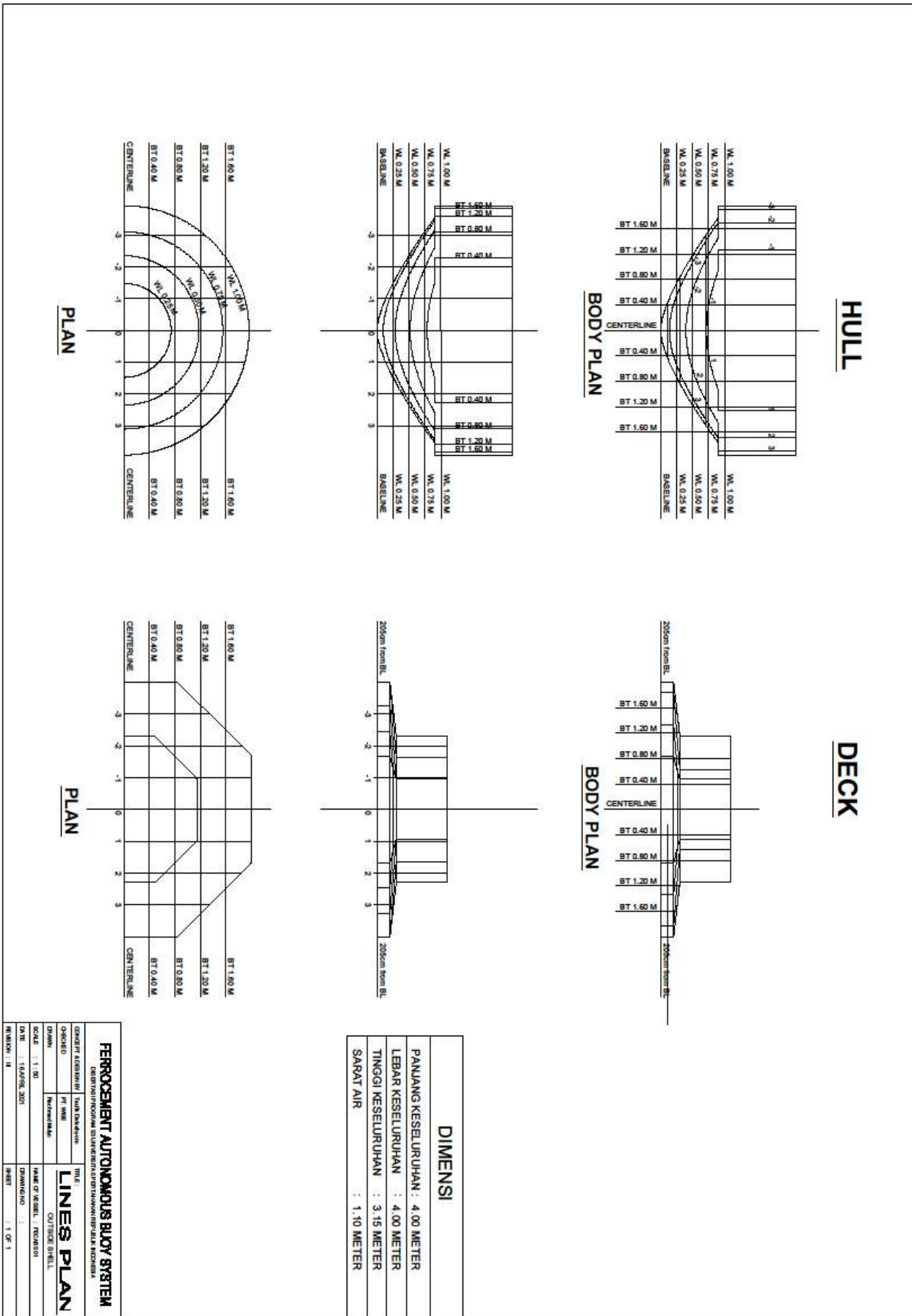
Jakarta, 26 September 2021

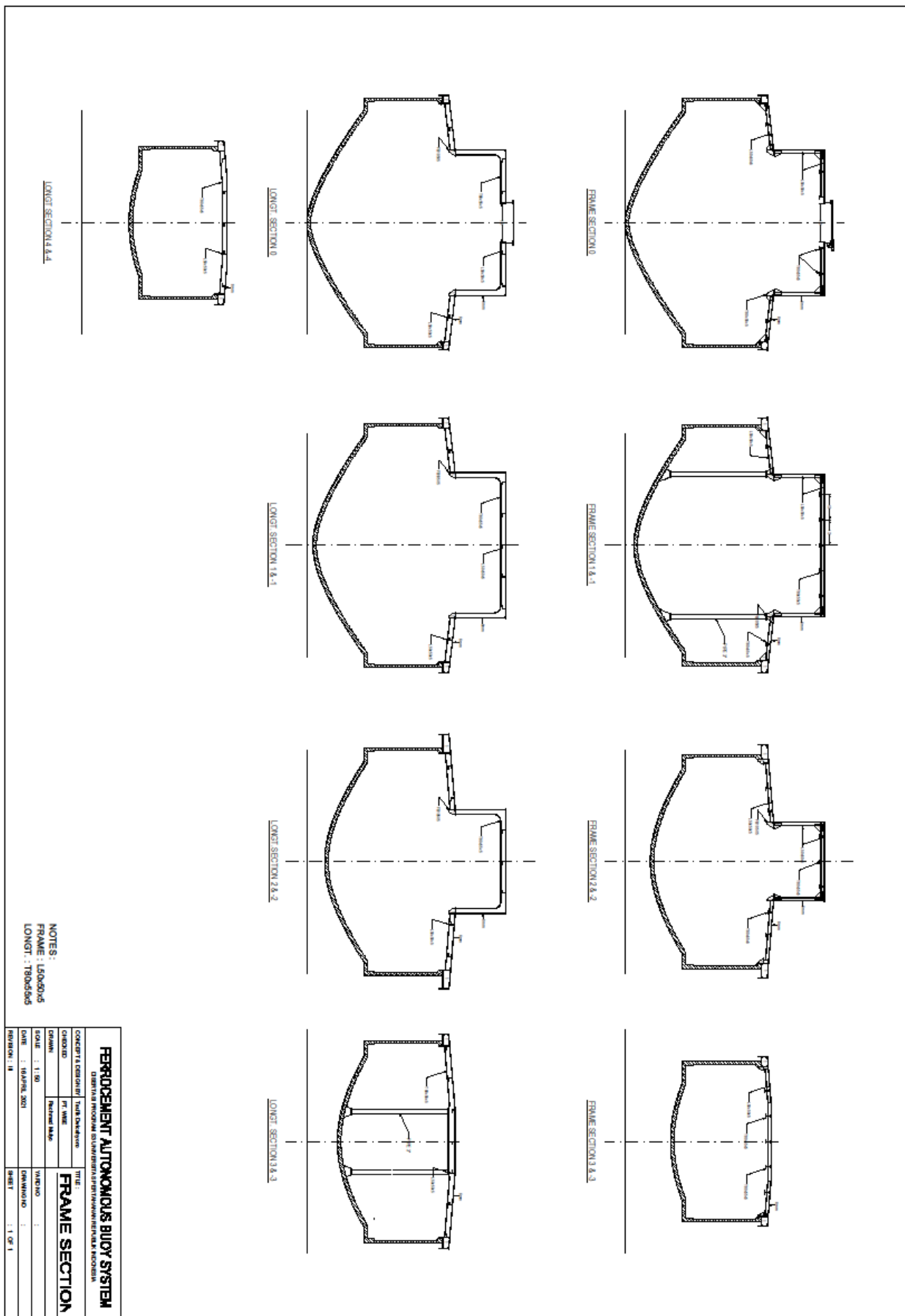
Budi Suhaeri
Vice Direktur

Lampiran 6. Gambar Detail FECABS



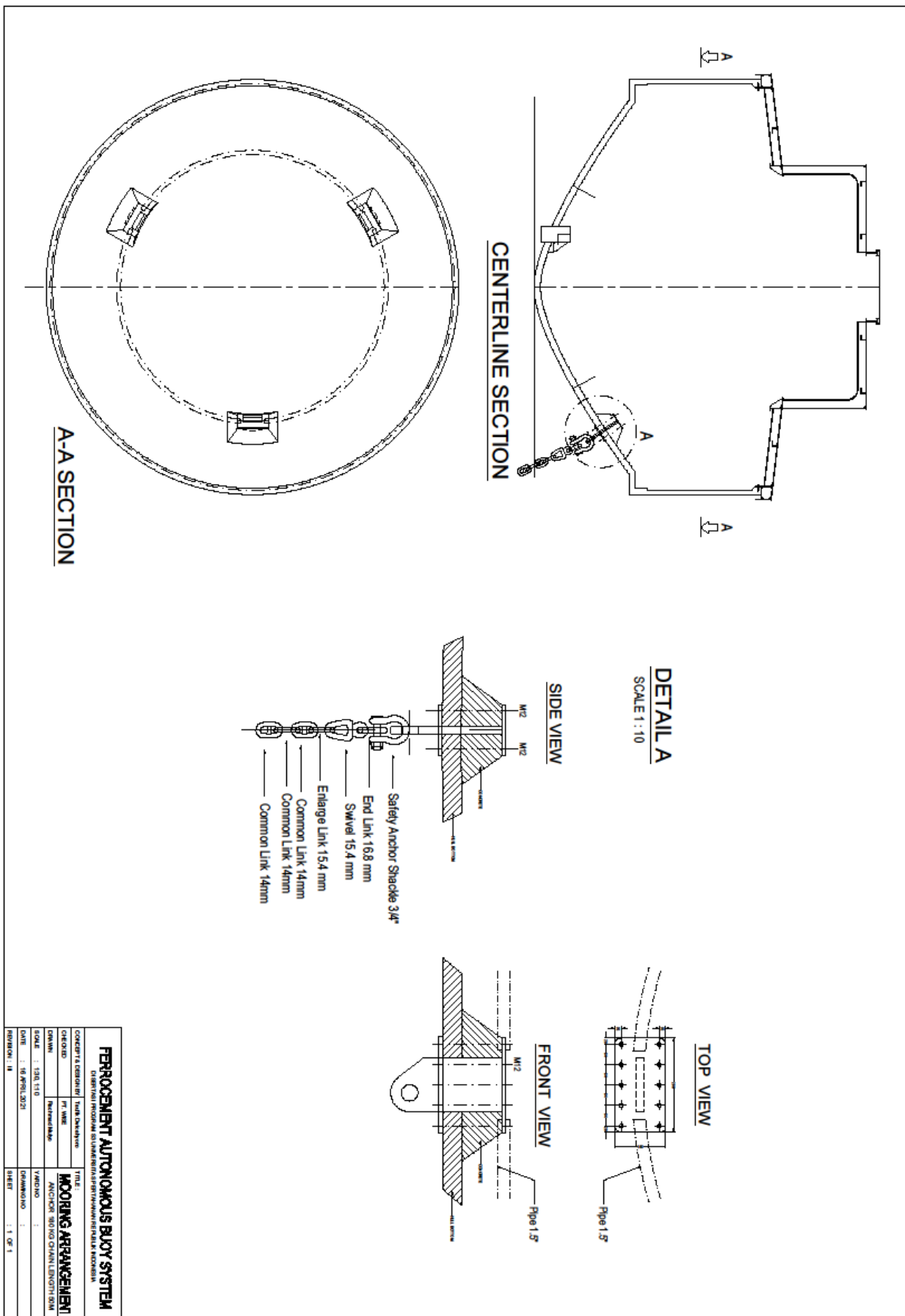




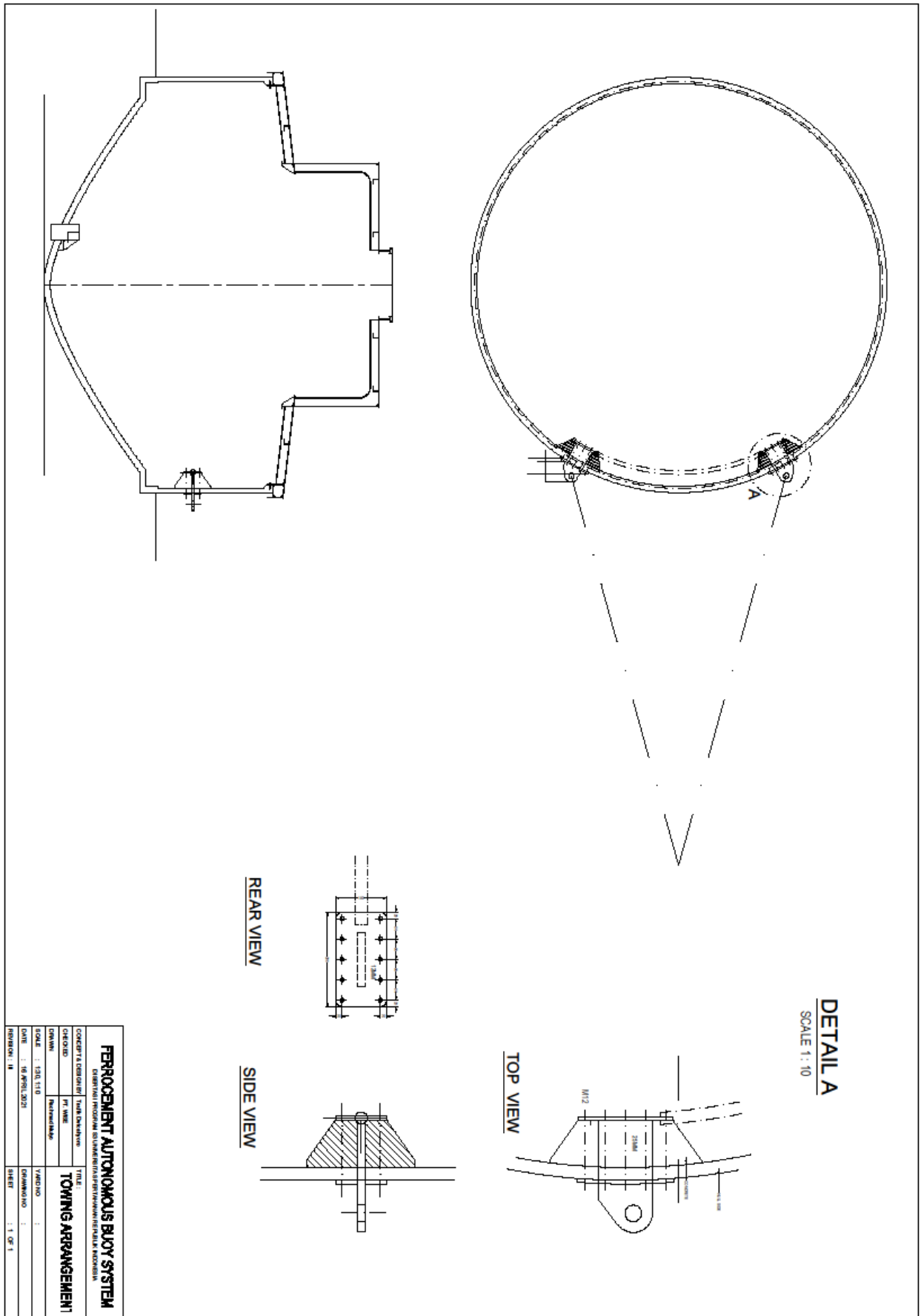


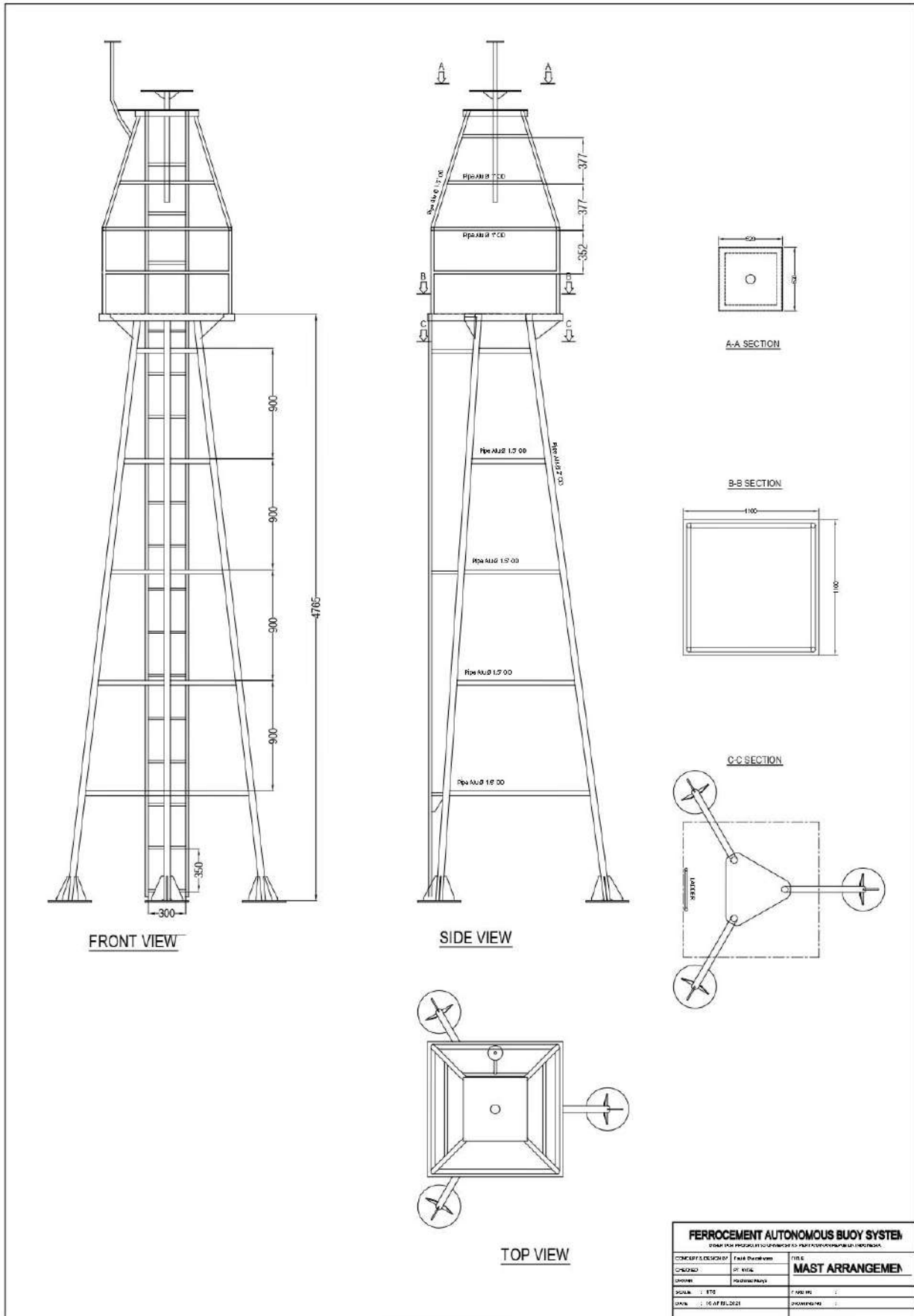
NOTES:
 FRAME : L50x50x5
 LONGIT. : 790x5x5

FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM		TITLE:	
DISERTASI PROJEK SIKLUS HIDROGRAFI PERUMAHAN PERUMAHAN KECERDAS		FRAME SECTION	
CONCEPT DESIGN BY	YUDA DWANANDA	DATE	11/08/2021
CHECKED BY	PR. WABE	SCALE	1:100
DESIGN	PERUMAHAN KECERDAS	DATE	10/08/2021
DATE	11/08/2021	REVISION	II
DATE	10/08/2021	SHEET	1 OF 1

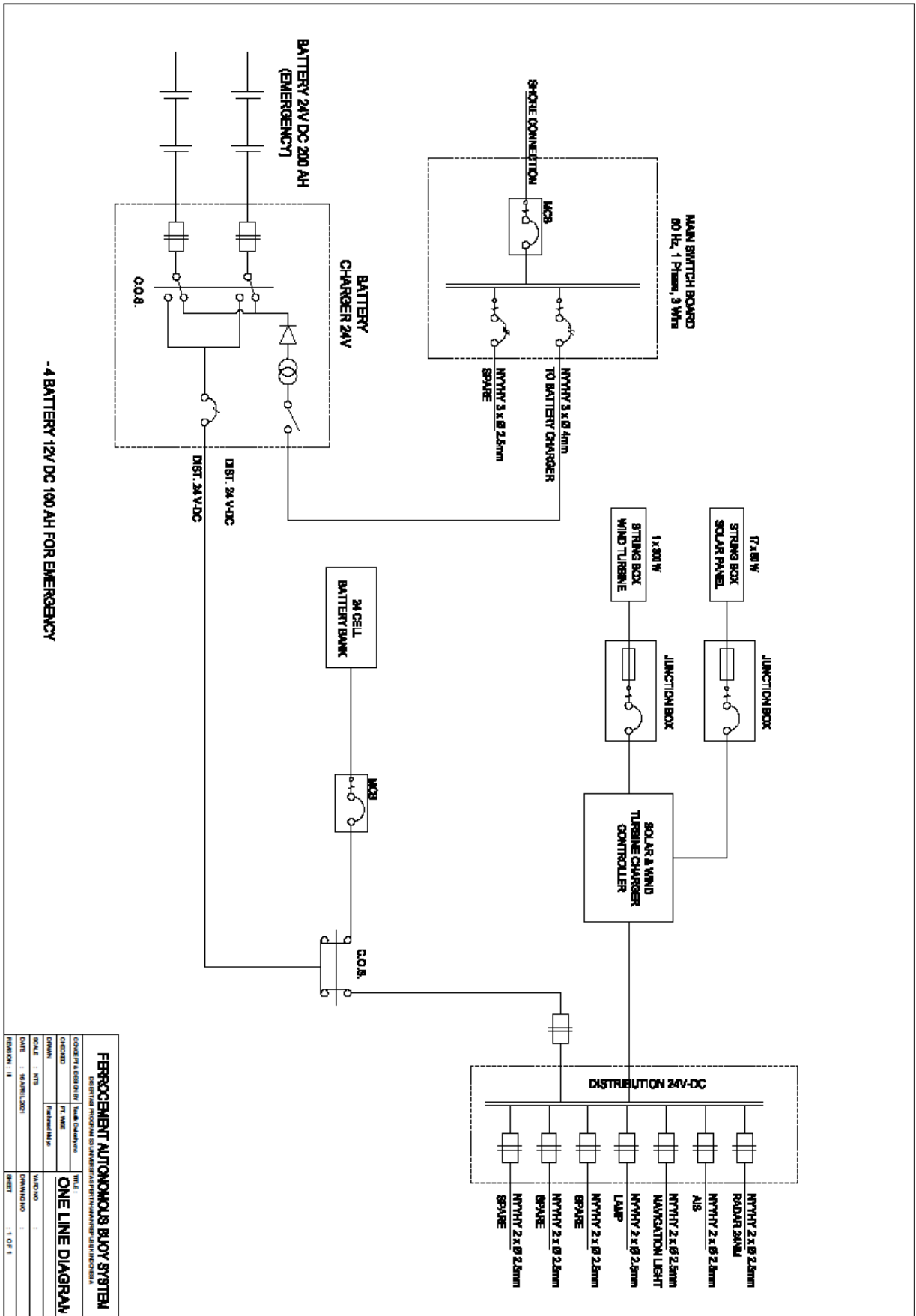


FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM		TITLE	
DISERTASI PROGRAM STUDI TEKNIK PERENCANAAN DAN KONSTRUKSI		MOORING ARRANGEMENT	
CONCEPT DESIGNER	YUDA DAMAYANTI	ANCHOR	3/8 INCH CHAIN LENGTH 50M
CHECKED	PT. NABE	VERIFIED	
DESIGNER	PERENCANAAN		
SCALE	1:50 (1:10)		
DATE	16 APRIL 2021		
REVISION	II	SHEET	1 OF 1





FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM		
STAIR FOR PROGRESSIVE DEVELOPMENT OF FIRST FLOOR OF PANGRANJANA 1 BERSEKUT		
CONCEPT DESIGN BY	Fatih Dzulkiyoni	TITLE
DESIGNED BY	YUSUF	MAST ARRANGEMEN
DRAWN BY	YUSUF	
SCALE	1:100	
DATE	15 APRIL 2021	



Lampiran 7. Perhitungan berat desain FECABS

WEIGHT CALCULATION

WEIGHT SUMMARY

No.	ITEM	We (T)	VCG (M)	MVCG (T.M)
1	Buoy	3.722	1.298	4.830
2	Battery	0.354	1.500	0.531
3	Mast	0.053	6.071	0.319
4	Panel Solar	0.180	2.762	0.497
5	Panel Wind	0.063	5.432	0.341
6	Meja dan Lemari	0.210	1.529	0.321
7	Semen	0.300	0.200	0.060
	TOTAL + 5%	5.125	1.346	6.900

BUOY

No.	Name	Weight	VCG	MVCG
1	Lambung			
	a Hull Concrete	2.901	0.994	2.8836
	b Roundbar & wire mesh	0.120	1.2	0.144
2	Deck			
	Sheel	0.3	2.572	0.7715
	Stiffener	0.40101	2.572	1.0312
3	Totals	3.72201	1.298	4.8303

Mast

No.	Pipa	Panjang	Jumlah	Berat/m	Berat seluruh	VCG	MVCG
1	2.5	4.65	4	1.54	28.64	5.475	156.83
2	1.5	0.85	3	0.61	1.56	4.19	6.52
3	1.5	0.71	3	0.61	1.30	4.94	6.42
4	1.5	0.59	3	0.61	1.08	5.69	6.14
5	1.5	0.47	3	0.61	0.86	6.42	5.52
7	1	0.6	6	0.4	1.44	5.22	7.52
8	1	4	2	0.4	3.20	7.6	24.32
9	1	0.7	4	0.4	1.12	7.5	8.40
10	3	1.5	1	1.86	2.79	7.5	20.93

11	Pelat 3mm	0.77	1	8.11	6.24	7	43.71
12		0.24	1	8.11	1.95	7	13.62
13		0.18	1	8.11	1.46	8.1	11.82
14		0.108	1	8.11	0.88	8.1	7.09
15					52.52	6.07	318.85

Battery

1	Battery		2	59.00	118.00	0.5	59.00
2	Battery emergency		4	59.00	236.00	0.4	94.40
					354.00	0.4333	153.40

1	Meja		3	30	90	1.3	117.00
2	Almari		2	60	120	1.7	204.00
					210	1.53	321.00

Panel Solar

1	on Deck		8	10	80	2.3	184.00
2	On side of Deck		7	10	70	2.76	193.20
3	On Roof		3	10	30	4	120.00
					180	2.76	497.20

Wind Panel

1	Wind Motor		2	30	60	5.5	330.00
2	Pipa	1.5	2	0.95	2.85	4	11.40
					62.85	5.432	341.40

Lampiran 8. Validasi Perhitungan Berat FECABS

Berat FECABS diperoleh dengan melakukan perbandingan berat coupon dengan hull FECABS, ditambah berat suprastruktur, tiang *MAST* dan isi FECABS. Berikut perhitungannya di bawah ini.

Dimensi Coupon	Nilai	Satuan	Nilai	Satuan	Nilai	Satuan
Panjang Coupon	76,5	cm				
Lebar Coupon	62	cm				
Tebal Coupon	4	cm				
Luas Permukaan Coupon = p x l	4743	cm ²	0,4743	m ²		
Berat Coupon	48	kg				
Berat Coupon / m ²	101,201771	kg/m ²				
Dimensi Hull						
r Hull	200	cm	2	m		
d Hull	400	cm	4	m		
t Hull	120	cm	1,2	m		
r Conus Hull	180	cm	1,8	m		
Luas Permukaan Hull FECABS = L. P Dinding Hull + L. P Conus Hull	30347472	cm ²				
Luas Permukaan Dinding Hull (Luas Selimut Tabung)= $2 \times 3,14 \times r^2 \times t$	30144000	cm ²	30,144	m ²		
Berat Dinding Hull	305062,6186	kg	3050,626	kg/m ²	3,050626	ton/m ²
Luas Permukaan Conus Hull (Luas Setengah Bola Berongga)= $2 \times 3,14 \times r^2$	203472	cm ²	20,3472	m ²		
Berat Conus Hull	2059,172676	kg	2059,173	kg/m ²	2,059173	ton/m ²
Berat Total Hull FECABS (B. Dinding Hull + B. Conus Hull)	5109,798861	kg				
Berat Suprastruktur FECABS	300	kg				
Berat Tiang <i>MAST</i> FECABS	100	kg				
Berat Isi FECABS	200	kg				
Berat FECABS	5709,798861	kg				
	5,71	ton				

Sumber: diolah oleh peneliti

Lampiran 9. Perhitungan Hidrostatik FECABS

HYDROSTATIC CALCULATION

Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

No Trim, No heel, VCG = 0.000

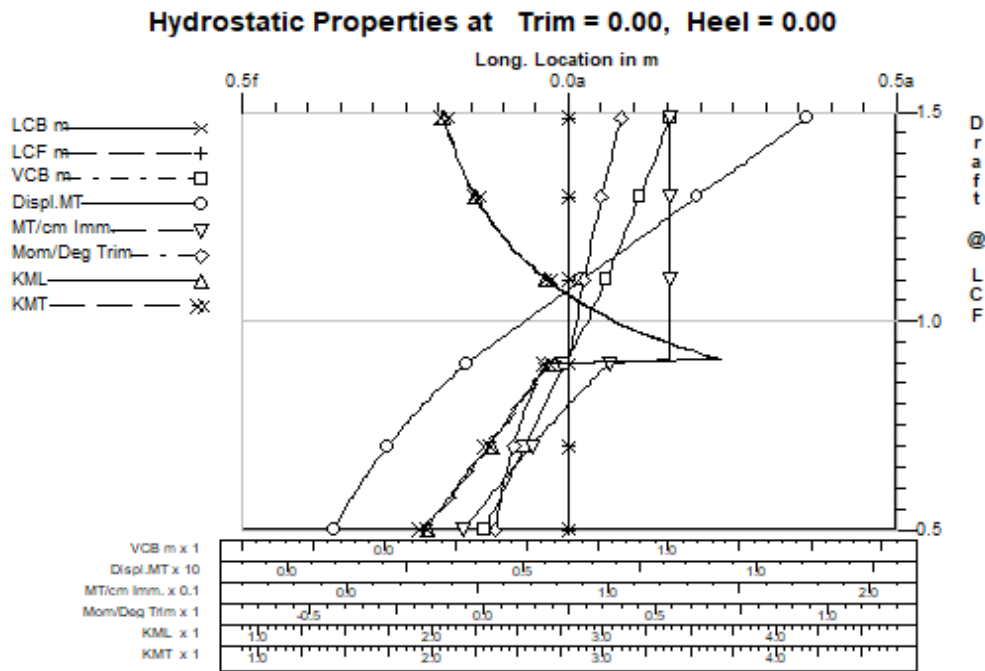
LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
0.500	0.949	0.000	0.349	0.000	0.044	0.033	1.972	1.946
0.510	0.994	0.000	0.356	0.000	0.046	0.035	1.998	1.966
0.520	1.040	0.000	0.364	0.000	0.046	0.036	1.965	1.983
0.530	1.087	0.000	0.371	0.000	0.048	0.038	2.001	2.003
0.540	1.136	0.000	0.378	0.000	0.049	0.040	2.028	2.023
0.550	1.186	0.000	0.385	0.000	0.050	0.043	2.055	2.043
0.560	1.237	0.000	0.392	0.000	0.052	0.045	2.081	2.063
0.570	1.289	0.000	0.399	0.000	0.053	0.047	2.111	2.083
0.580	1.343	0.000	0.406	0.000	0.054	0.050	2.134	2.102
0.590	1.398	0.000	0.413	0.000	0.055	0.051	2.108	2.118
0.600	1.454	0.000	0.420	0.000	0.057	0.054	2.137	2.137
0.610	1.511	0.000	0.427	0.000	0.058	0.057	2.165	2.156
0.620	1.570	0.000	0.434	0.000	0.059	0.060	2.189	2.176
0.630	1.630	0.000	0.441	0.000	0.061	0.063	2.214	2.195
0.640	1.692	0.000	0.448	0.000	0.062	0.066	2.242	2.214
0.650	1.754	0.000	0.455	0.000	0.063	0.068	2.211	2.230
0.660	1.818	0.000	0.462	0.000	0.065	0.071	2.244	2.249
0.670	1.884	0.000	0.469	0.000	0.066	0.075	2.269	2.268
0.680	1.950	0.000	0.476	0.000	0.068	0.078	2.295	2.286
0.690	2.019	0.000	0.483	0.000	0.069	0.082	2.318	2.304
0.700	2.088	0.000	0.490	0.000	0.070	0.085	2.342	2.322
0.710	2.159	0.000	0.498	0.000	0.072	0.089	2.367	2.340
0.720	2.232	0.000	0.505	0.000	0.073	0.091	2.342	2.355
0.730	2.305	0.000	0.512	0.000	0.074	0.095	2.370	2.373

0.740	2.380	0.000	0.519	0.000	0.076	0.100	2.396	2.392
0.750	2.457	0.000	0.526	0.000	0.077	0.104	2.420	2.410
0.760	2.535	0.000	0.533	0.000	0.079	0.108	2.443	2.429
0.770	2.615	0.000	0.540	0.000	0.080	0.113	2.466	2.447
0.780	2.696	0.000	0.547	0.000	0.082	0.117	2.488	2.464
0.790	2.778	0.000	0.554	0.000	0.083	0.120	2.467	2.480
0.800	2.862	0.000	0.561	0.000	0.084	0.125	2.493	2.497
0.810	2.947	0.000	0.568	0.000	0.086	0.130	2.518	2.515
0.820	3.034	0.000	0.575	0.000	0.088	0.135	2.540	2.532
0.830	3.122	0.000	0.582	0.000	0.089	0.140	2.562	2.549
0.840	3.212	0.000	0.589	0.000	0.091	0.145	2.583	2.567
0.850	3.303	0.000	0.597	0.000	0.092	0.150	2.607	2.584
0.860	3.396	0.000	0.604	0.000	0.093	0.153	2.584	2.600
0.870	3.490	0.000	0.611	0.000	0.095	0.159	2.618	2.618
0.880	3.586	0.000	0.618	0.000	0.097	0.166	2.649	2.635
0.890	3.684	0.000	0.625	0.000	0.098	0.172	2.680	2.652
0.900	3.783	0.000	0.632	0.000	0.100	0.179	2.711	2.669
0.910	3.907	0.000	0.641	0.000	0.123	0.250	3.659	3.676
0.920	4.030	0.000	0.649	0.000	0.123	0.251	3.575	3.591
0.930	4.153	0.000	0.657	0.000	0.123	0.253	3.496	3.512
0.940	4.277	0.000	0.665	0.000	0.123	0.256	3.423	3.438
0.950	4.400	0.000	0.673	0.000	0.123	0.258	3.353	3.368
0.960	4.524	0.000	0.681	0.000	0.123	0.260	3.288	3.302
0.970	4.647	0.000	0.688	0.000	0.123	0.262	3.226	3.240
0.980	4.771	0.000	0.696	0.000	0.123	0.264	3.168	3.181
0.990	4.894	0.000	0.703	0.000	0.123	0.266	3.113	3.126
1.000	5.017	0.000	0.710	0.000	0.123	0.268	3.061	3.073
1.010	5.141	0.000	0.717	0.000	0.123	0.270	3.011	3.024
1.020	5.264	0.000	0.724	0.000	0.123	0.272	2.964	2.977
1.030	5.388	0.000	0.731	0.000	0.123	0.275	2.920	2.932
1.040	5.511	0.000	0.738	0.000	0.123	0.277	2.878	2.890
1.050	5.634	0.000	0.745	0.000	0.123	0.279	2.838	2.849
1.060	5.758	0.000	0.751	0.000	0.123	0.281	2.799	2.811
1.070	5.881	0.000	0.758	0.000	0.123	0.284	2.763	2.774
1.080	6.005	0.000	0.764	0.000	0.123	0.286	2.728	2.739
1.090	6.128	0.000	0.771	0.000	0.123	0.288	2.695	2.706

1.100	6.251	0.000	0.777	0.000	0.123	0.291	2.664	2.674
1.110	6.375	0.000	0.784	0.000	0.123	0.293	2.634	2.644
1.120	6.498	0.000	0.790	0.000	0.123	0.295	2.605	2.615
1.130	6.622	0.000	0.796	0.000	0.123	0.298	2.577	2.587
1.140	6.745	0.000	0.802	0.000	0.123	0.300	2.551	2.560
1.150	6.869	0.000	0.809	0.000	0.123	0.303	2.525	2.535
1.160	6.992	0.000	0.815	0.000	0.123	0.305	2.501	2.511
1.170	7.115	0.000	0.821	0.000	0.123	0.308	2.478	2.487
1.180	7.239	0.000	0.827	0.000	0.123	0.310	2.456	2.465
1.190	7.362	0.000	0.833	0.000	0.123	0.313	2.435	2.443
1.200	7.486	0.000	0.839	0.000	0.123	0.315	2.414	2.423
1.210	7.609	0.000	0.845	0.000	0.123	0.318	2.395	2.403
1.220	7.732	0.000	0.851	0.000	0.123	0.321	2.376	2.384
1.230	7.856	0.000	0.857	0.000	0.123	0.323	2.358	2.366
1.240	7.979	0.000	0.862	0.000	0.123	0.326	2.340	2.348
1.250	8.103	0.000	0.868	0.000	0.123	0.329	2.324	2.332
1.260	8.226	0.000	0.874	0.000	0.123	0.331	2.308	2.315
1.270	8.350	0.000	0.880	0.000	0.123	0.334	2.292	2.300
1.280	8.473	0.000	0.886	0.000	0.123	0.337	2.277	2.285
1.290	8.596	0.000	0.891	0.000	0.123	0.340	2.263	2.271
1.300	8.720	0.000	0.897	0.000	0.123	0.342	2.249	2.257
1.310	8.843	0.000	0.903	0.000	0.123	0.345	2.236	2.244
1.320	8.967	0.000	0.908	0.000	0.123	0.348	2.224	2.231
1.330	9.090	0.000	0.914	0.000	0.123	0.351	2.211	2.218
1.340	9.213	0.000	0.920	0.000	0.123	0.354	2.200	2.207
1.350	9.337	0.000	0.925	0.000	0.123	0.357	2.188	2.195
1.360	9.460	0.000	0.931	0.000	0.123	0.360	2.177	2.184
1.370	9.584	0.000	0.936	0.000	0.123	0.363	2.167	2.174
1.380	9.707	0.000	0.942	0.000	0.123	0.365	2.157	2.164
1.390	9.831	0.000	0.948	0.000	0.123	0.368	2.147	2.154
1.400	9.954	0.000	0.953	0.000	0.123	0.371	2.138	2.144
1.410	10.077	0.000	0.959	0.000	0.123	0.374	2.129	2.135
1.420	10.201	0.000	0.964	0.000	0.123	0.378	2.120	2.127
1.430	10.324	0.000	0.970	0.000	0.123	0.381	2.112	2.118
1.440	10.448	0.000	0.975	0.000	0.123	0.384	2.104	2.110
1.450	10.571	0.000	0.981	0.000	0.123	0.387	2.096	2.102

1.460	10.694	0.000	0.986	0.000	0.123	0.390	2.089	2.095
1.470	10.818	0.000	0.992	0.000	0.123	0.393	2.082	2.088
1.480	10.941	0.000	0.997	0.000	0.123	0.396	2.075	2.081
1.490	11.065	0.000	1.003	0.000	0.123	0.399	2.068	2.074

Water Specific Gravity = 1.025.



Hull Form Coefficients (with appendages)

Draft is from Baseline

Trim: zero

Heel: zero

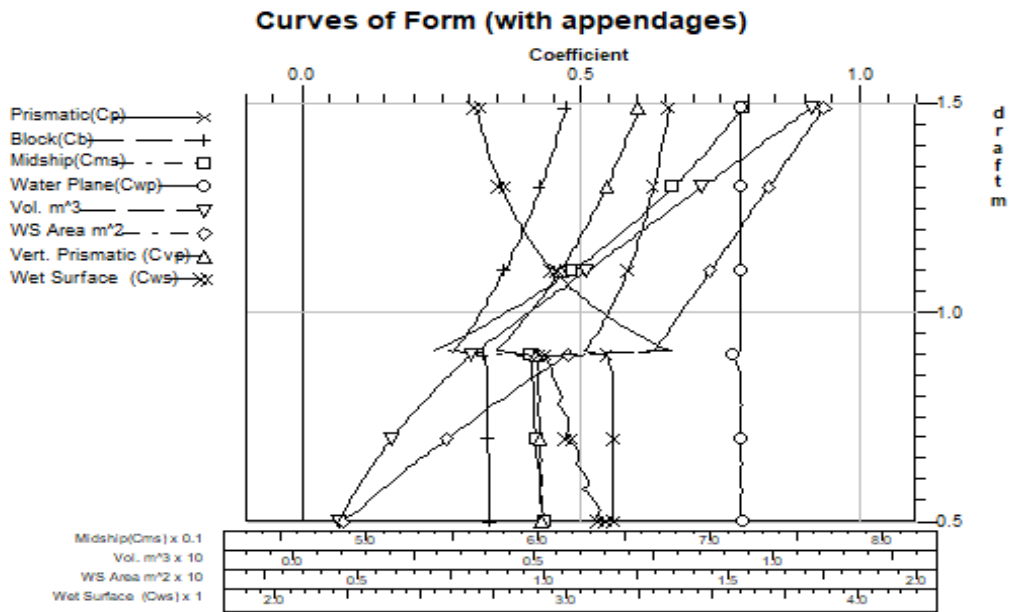
Draft	Volume	Coefficients						WS Area
		Cp	Cb	Cms	Cwp	Cvp	Cws	
m	m ³							m ²
0.500	0.93	0.559	0.337	0.603	0.787	0.428	3.119	4.60
0.510	0.97	0.558	0.337	0.603	0.788	0.427	3.099	4.71
0.520	1.01	0.558	0.336	0.602	0.781	0.431	3.107	4.86
0.530	1.06	0.558	0.336	0.602	0.783	0.429	3.114	5.01
0.540	1.11	0.558	0.336	0.601	0.784	0.428	3.107	5.14
0.550	1.16	0.558	0.335	0.601	0.784	0.428	3.097	5.27

0.560	1.21	0.558	0.335	0.601	0.786	0.427	3.084	5.39
0.570	1.26	0.558	0.335	0.601	0.787	0.426	3.070	5.51
0.580	1.31	0.558	0.335	0.601	0.788	0.425	3.052	5.63
0.590	1.36	0.558	0.335	0.601	0.782	0.428	3.073	5.82
0.600	1.42	0.558	0.335	0.600	0.784	0.427	3.072	5.96
0.610	1.47	0.558	0.335	0.600	0.785	0.426	3.066	6.10
0.620	1.53	0.558	0.335	0.600	0.786	0.426	3.055	6.23
0.630	1.59	0.558	0.334	0.600	0.786	0.425	3.043	6.36
0.640	1.65	0.557	0.334	0.600	0.787	0.424	3.030	6.49
0.650	1.71	0.557	0.334	0.599	0.782	0.427	3.034	6.65
0.660	1.77	0.557	0.334	0.599	0.783	0.426	3.040	6.82
0.670	1.84	0.557	0.334	0.599	0.784	0.426	3.036	6.97
0.680	1.90	0.557	0.333	0.598	0.785	0.425	3.030	7.11
0.690	1.97	0.557	0.333	0.598	0.785	0.424	3.020	7.25
0.700	2.04	0.557	0.333	0.598	0.786	0.424	3.009	7.38
0.710	2.11	0.557	0.333	0.598	0.787	0.423	2.996	7.51
0.720	2.18	0.557	0.333	0.598	0.782	0.426	3.005	7.70
0.730	2.25	0.557	0.333	0.598	0.784	0.425	3.008	7.87
0.740	2.32	0.557	0.333	0.598	0.785	0.424	3.005	8.03
0.750	2.40	0.557	0.333	0.598	0.786	0.424	2.999	8.17
0.760	2.47	0.557	0.333	0.598	0.786	0.423	2.991	8.32
0.770	2.55	0.557	0.333	0.597	0.787	0.423	2.981	8.46
0.780	2.63	0.557	0.332	0.597	0.787	0.422	2.970	8.60
0.790	2.71	0.557	0.332	0.597	0.783	0.424	2.979	8.79
0.800	2.79	0.557	0.332	0.597	0.784	0.424	2.981	8.97
0.810	2.88	0.557	0.332	0.597	0.785	0.423	2.978	9.13
0.820	2.96	0.556	0.332	0.596	0.785	0.423	2.972	9.29
0.830	3.05	0.556	0.332	0.596	0.785	0.422	2.965	9.44
0.840	3.13	0.556	0.331	0.596	0.786	0.422	2.956	9.58
0.850	3.22	0.556	0.331	0.596	0.786	0.421	2.947	9.73
0.860	3.31	0.555	0.331	0.596	0.781	0.423	2.948	9.92
0.870	3.41	0.552	0.329	0.596	0.778	0.422	2.945	10.11
0.880	3.50	0.549	0.327	0.595	0.776	0.421	2.936	10.29
0.890	3.59	0.546	0.325	0.595	0.773	0.421	2.923	10.45
0.900	3.69	0.544	0.324	0.595	0.771	0.420	2.910	10.61
0.910	3.81	0.505	0.273	0.540	0.784	0.348	3.353	12.96

0.920	3.93	0.511	0.278	0.545	0.784	0.355	3.322	13.04
0.930	4.05	0.516	0.284	0.549	0.784	0.362	3.292	13.12
0.940	4.17	0.522	0.289	0.554	0.784	0.369	3.263	13.19
0.950	4.29	0.526	0.294	0.559	0.784	0.375	3.236	13.27
0.960	4.41	0.531	0.299	0.564	0.784	0.382	3.211	13.35
0.970	4.53	0.536	0.304	0.568	0.784	0.388	3.186	13.43
0.980	4.65	0.540	0.309	0.572	0.784	0.394	3.163	13.51
0.990	4.77	0.544	0.314	0.577	0.784	0.401	3.141	13.59
1.000	4.89	0.549	0.319	0.581	0.784	0.407	3.120	13.66
1.010	5.02	0.553	0.323	0.585	0.784	0.412	3.100	13.74
1.020	5.14	0.556	0.328	0.589	0.784	0.418	3.081	13.82
1.030	5.26	0.560	0.332	0.593	0.784	0.424	3.063	13.90
1.040	5.38	0.564	0.337	0.597	0.784	0.429	3.045	13.98
1.050	5.50	0.567	0.341	0.601	0.784	0.435	3.029	14.06
1.060	5.62	0.571	0.345	0.605	0.784	0.440	3.013	14.13
1.070	5.74	0.574	0.349	0.608	0.784	0.445	2.998	14.21
1.080	5.86	0.577	0.353	0.612	0.784	0.451	2.983	14.29
1.090	5.98	0.580	0.357	0.616	0.784	0.456	2.969	14.37
1.100	6.10	0.583	0.361	0.619	0.784	0.460	2.956	14.45
1.110	6.22	0.586	0.365	0.623	0.784	0.465	2.943	14.53
1.120	6.34	0.589	0.369	0.626	0.784	0.470	2.930	14.60
1.130	6.46	0.592	0.372	0.629	0.784	0.475	2.918	14.68
1.140	6.58	0.594	0.376	0.632	0.784	0.479	2.907	14.76
1.150	6.70	0.597	0.379	0.636	0.784	0.484	2.896	14.84
1.160	6.82	0.599	0.383	0.639	0.784	0.488	2.886	14.92
1.170	6.94	0.602	0.386	0.642	0.784	0.493	2.875	15.00
1.180	7.06	0.604	0.390	0.645	0.784	0.497	2.866	15.07
1.190	7.18	0.607	0.393	0.648	0.784	0.501	2.856	15.15
1.200	7.30	0.609	0.396	0.651	0.784	0.505	2.847	15.23
1.210	7.42	0.611	0.399	0.654	0.784	0.510	2.839	15.31
1.220	7.54	0.613	0.403	0.657	0.784	0.514	2.830	15.39
1.230	7.66	0.615	0.406	0.659	0.784	0.518	2.822	15.47
1.240	7.78	0.617	0.409	0.662	0.784	0.521	2.815	15.54
1.250	7.91	0.619	0.412	0.665	0.784	0.525	2.807	15.62
1.260	8.03	0.621	0.415	0.667	0.784	0.529	2.800	15.70
1.270	8.15	0.623	0.418	0.670	0.784	0.533	2.793	15.78

1.280	8.27	0.625	0.421	0.673	0.784	0.536	2.787	15.86
1.290	8.39	0.627	0.423	0.675	0.784	0.540	2.780	15.94
1.300	8.51	0.629	0.426	0.678	0.784	0.543	2.774	16.01
1.310	8.63	0.631	0.429	0.680	0.784	0.547	2.768	16.09
1.320	8.75	0.632	0.432	0.683	0.784	0.550	2.762	16.17
1.330	8.87	0.634	0.434	0.685	0.784	0.554	2.757	16.25
1.340	8.99	0.636	0.437	0.687	0.784	0.557	2.751	16.33
1.350	9.11	0.637	0.439	0.690	0.784	0.560	2.746	16.41
1.360	9.23	0.639	0.442	0.692	0.784	0.564	2.741	16.48
1.370	9.35	0.640	0.444	0.694	0.784	0.567	2.737	16.56
1.380	9.47	0.642	0.447	0.696	0.784	0.570	2.732	16.64
1.390	9.59	0.643	0.449	0.699	0.784	0.573	2.728	16.72
1.400	9.71	0.645	0.452	0.701	0.784	0.576	2.723	16.80
1.410	9.83	0.646	0.454	0.703	0.784	0.579	2.719	16.88
1.420	9.95	0.647	0.456	0.705	0.784	0.582	2.715	16.95
1.430	10.07	0.649	0.459	0.707	0.784	0.585	2.711	17.03
1.440	10.19	0.650	0.461	0.709	0.784	0.588	2.708	17.11
1.450	10.31	0.651	0.463	0.711	0.784	0.591	2.704	17.19
1.460	10.43	0.653	0.465	0.713	0.784	0.594	2.701	17.27
1.470	10.55	0.654	0.468	0.715	0.784	0.596	2.698	17.35
1.480	10.67	0.655	0.470	0.717	0.784	0.599	2.694	17.42
1.490	10.79	0.656	0.472	0.719	0.784	0.602	2.691	17.50

Note: Coefficients calculated based on waterline length at given draft



Cross Curves of Stability

Righting Arms(heel) for VCG = 0.00

Trim zero at heel = 0 (RA Trim = 0)

Displ (MT)	5.000s	10.000s	15.000s	20.000s	25.000s	30.000s
0.949	0.171s	0.350s	0.554s	0.810s	1.044s	1.246s
0.994	0.173s	0.354s	0.562s	0.816s	1.045s	1.244s
1.040	0.175s	0.357s	0.570s	0.822s	1.046s	1.241s
1.087	0.177s	0.360s	0.577s	0.826s	1.047s	1.238s
1.136	0.178s	0.364s	0.585s	0.830s	1.048s	1.236s
1.186	0.180s	0.367s	0.592s	0.834s	1.048s	1.233s
1.237	0.182s	0.371s	0.599s	0.838s	1.048s	1.231s
1.289	0.183s	0.374s	0.606s	0.841s	1.048s	1.228s
1.343	0.185s	0.377s	0.613s	0.845s	1.048s	1.226s
1.398	0.187s	0.380s	0.618s	0.847s	1.048s	1.223s
1.454	0.188s	0.384s	0.623s	0.850s	1.048s	1.221s
1.511	0.190s	0.388s	0.629s	0.852s	1.047s	1.218s
1.570	0.191s	0.393s	0.634s	0.854s	1.047s	1.216s

1.630	0.193s	0.398s	0.639s	0.856s	1.046s	1.213s
1.692	0.195s	0.404s	0.643s	0.858s	1.046s	1.211s
1.754	0.196s	0.409s	0.647s	0.859s	1.045s	1.208s
1.818	0.198s	0.415s	0.651s	0.860s	1.044s	1.206s
1.884	0.199s	0.420s	0.654s	0.861s	1.043s	1.203s
1.950	0.201s	0.425s	0.657s	0.862s	1.042s	1.201s
2.019	0.203s	0.430s	0.660s	0.863s	1.041s	1.198s
2.088	0.204s	0.435s	0.663s	0.863s	1.040s	1.196s
2.159	0.206s	0.440s	0.665s	0.864s	1.039s	1.193s
2.232	0.207s	0.444s	0.668s	0.864s	1.037s	1.191s
2.305	0.209s	0.448s	0.669s	0.864s	1.036s	1.189s
2.380	0.210s	0.451s	0.671s	0.864s	1.035s	1.186s
2.457	0.212s	0.455s	0.673s	0.864s	1.033s	1.184s
2.535	0.215s	0.458s	0.674s	0.864s	1.032s	1.182s
2.615	0.219s	0.461s	0.675s	0.863s	1.030s	1.179s
2.696	0.223s	0.464s	0.676s	0.863s	1.029s	1.177s
2.778	0.226s	0.466s	0.677s	0.862s	1.027s	1.175s
2.862	0.230s	0.469s	0.677s	0.861s	1.025s	1.172s
2.947	0.234s	0.470s	0.678s	0.861s	1.024s	1.170s
3.034	0.237s	0.472s	0.678s	0.860s	1.022s	1.168s
3.122	0.240s	0.474s	0.678s	0.859s	1.020s	1.166s
3.212	0.244s	0.475s	0.678s	0.858s	1.019s	1.163s
3.303	0.246s	0.476s	0.678s	0.856s	1.017s	1.161s
3.396	0.249s	0.477s	0.677s	0.855s	1.015s	1.159s
3.490	0.251s	0.478s	0.677s	0.854s	1.013s	1.157s
3.586	0.253s	0.478s	0.676s	0.852s	1.011s	1.154s
3.684	0.255s	0.478s	0.675s	0.851s	1.009s	1.152s
3.783	0.257s	0.479s	0.674s	0.849s	1.007s	1.150s
3.907	0.258s	0.479s	0.673s	0.848s	1.005s	1.147s
4.030	0.259s	0.478s	0.672s	0.846s	1.002s	1.145s
4.153	0.260s	0.478s	0.670s	0.843s	1.000s	1.142s
4.277	0.261s	0.477s	0.669s	0.841s	0.997s	1.140s
4.400	0.261s	0.476s	0.667s	0.839s	0.995s	1.137s
4.524	0.261s	0.475s	0.665s	0.837s	0.993s	1.135s
4.647	0.260s	0.474s	0.664s	0.835s	0.990s	1.133s
4.771	0.259s	0.472s	0.662s	0.833s	0.988s	1.130s

4.894	0.258s	0.471s	0.660s	0.830s	0.986s	1.128s
5.017	0.257s	0.469s	0.658s	0.828s	0.984s	1.126s
5.141	0.256s	0.468s	0.656s	0.826s	0.981s	1.124s
5.264	0.254s	0.466s	0.654s	0.824s	0.979s	1.122s
5.388	0.253s	0.464s	0.652s	0.822s	0.977s	1.120s
5.511	0.250s	0.462s	0.649s	0.819s	0.975s	1.118s
5.634	0.248s	0.460s	0.647s	0.817s	0.973s	1.116s
5.758	0.246s	0.458s	0.645s	0.815s	0.971s	1.114s
5.881	0.243s	0.456s	0.643s	0.813s	0.968s	1.112s
6.005	0.239s	0.453s	0.640s	0.810s	0.966s	1.110s
6.128	0.237s	0.451s	0.638s	0.808s	0.964s	1.109s
6.251	0.234s	0.449s	0.636s	0.806s	0.962s	1.107s
6.375	0.231s	0.446s	0.634s	0.804s	0.960s	1.105s
6.498	0.229s	0.444s	0.631s	0.802s	0.958s	1.104s
6.622	0.226s	0.442s	0.629s	0.799s	0.956s	1.102s
6.745	0.224s	0.439s	0.627s	0.797s	0.954s	1.100s
6.869	0.222s	0.437s	0.624s	0.795s	0.953s	1.099s
6.992	0.219s	0.434s	0.622s	0.793s	0.951s	1.097s
7.115	0.217s	0.431s	0.619s	0.791s	0.949s	1.095s
7.239	0.215s	0.429s	0.617s	0.789s	0.947s	1.094s
7.362	0.214s	0.426s	0.615s	0.786s	0.945s	1.092s
7.486	0.212s	0.423s	0.612s	0.784s	0.943s	1.090s
7.609	0.210s	0.421s	0.610s	0.782s	0.941s	1.088s
7.732	0.208s	0.418s	0.608s	0.780s	0.940s	1.086s
7.856	0.207s	0.415s	0.605s	0.778s	0.938s	1.084s
7.979	0.205s	0.412s	0.603s	0.776s	0.936s	1.082s
8.103	0.204s	0.409s	0.601s	0.774s	0.935s	1.080s
8.226	0.202s	0.406s	0.598s	0.772s	0.933s	1.078s
8.350	0.201s	0.403s	0.596s	0.770s	0.931s	1.075s
8.473	0.200s	0.401s	0.594s	0.768s	0.930s	1.073s
8.596	0.198s	0.398s	0.591s	0.766s	0.928s	1.071s
8.720	0.197s	0.396s	0.589s	0.764s	0.926s	1.068s
8.843	0.196s	0.393s	0.587s	0.762s	0.924s	1.066s
8.967	0.195s	0.391s	0.584s	0.760s	0.923s	1.063s
9.090	0.194s	0.389s	0.582s	0.758s	0.921s	1.060s
9.213	0.193s	0.387s	0.580s	0.756s	0.919s	1.057s

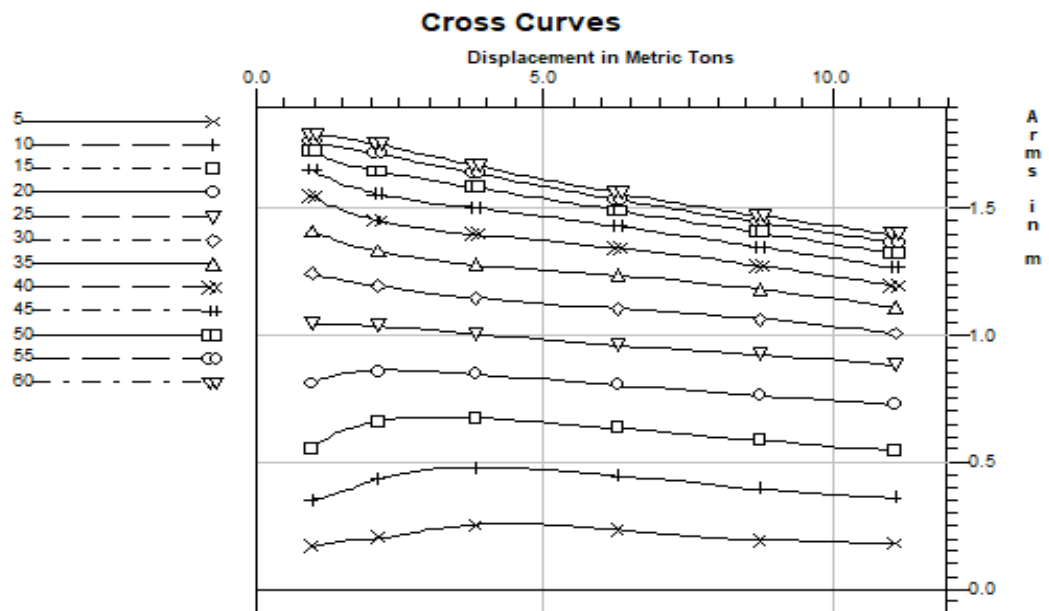
9.337	0.192s	0.385s	0.578s	0.754s	0.917s	1.055s
9.460	0.191s	0.383s	0.575s	0.752s	0.915s	1.052s
9.584	0.190s	0.381s	0.573s	0.751s	0.913s	1.049s
9.707	0.189s	0.379s	0.571s	0.749s	0.911s	1.046s
9.831	0.188s	0.377s	0.568s	0.747s	0.909s	1.043s
9.954	0.187s	0.376s	0.566s	0.745s	0.906s	1.040s
10.077	0.187s	0.374s	0.564s	0.743s	0.904s	1.036s
10.201	0.186s	0.372s	0.561s	0.741s	0.902s	1.033s
10.324	0.185s	0.371s	0.559s	0.740s	0.899s	1.030s
10.448	0.184s	0.369s	0.557s	0.738s	0.897s	1.026s
10.571	0.184s	0.368s	0.555s	0.736s	0.894s	1.023s
10.694	0.183s	0.367s	0.553s	0.734s	0.891s	1.019s
10.818	0.182s	0.365s	0.551s	0.733s	0.889s	1.016s
10.941	0.182s	0.364s	0.549s	0.731s	0.886s	1.012s
11.065	0.181s	0.363s	0.547s	0.729s	0.883s	1.009s
Displ (MT)	35.000s	40.000s	45.000s	50.000s	55.000s	60.000s
0.949	1.416s	1.553s	1.655s	1.723s	1.766s	1.790s
0.994	1.411s	1.547s	1.649s	1.719s	1.763s	1.790s
1.040	1.406s	1.541s	1.643s	1.714s	1.761s	1.789s
1.087	1.401s	1.535s	1.637s	1.710s	1.758s	1.788s
1.136	1.396s	1.529s	1.632s	1.706s	1.756s	1.788s
1.186	1.392s	1.523s	1.626s	1.702s	1.753s	1.787s
1.237	1.387s	1.517s	1.621s	1.697s	1.751s	1.786s
1.289	1.382s	1.512s	1.616s	1.693s	1.748s	1.784s
1.343	1.378s	1.507s	1.611s	1.689s	1.746s	1.783s
1.398	1.374s	1.502s	1.606s	1.686s	1.744s	1.781s
1.454	1.370s	1.497s	1.601s	1.682s	1.742s	1.780s
1.511	1.366s	1.492s	1.596s	1.678s	1.740s	1.778s
1.570	1.362s	1.487s	1.592s	1.675s	1.737s	1.776s
1.630	1.358s	1.483s	1.587s	1.671s	1.735s	1.774s
1.692	1.354s	1.478s	1.583s	1.668s	1.733s	1.771s
1.754	1.351s	1.474s	1.579s	1.664s	1.731s	1.769s
1.818	1.347s	1.470s	1.575s	1.661s	1.728s	1.766s
1.884	1.344s	1.466s	1.571s	1.658s	1.725s	1.763s
1.950	1.340s	1.462s	1.567s	1.655s	1.723s	1.760s

2.019	1.337s	1.458s	1.563s	1.652s	1.720s	1.757s
2.088	1.334s	1.455s	1.560s	1.649s	1.717s	1.754s
2.159	1.330s	1.451s	1.556s	1.646s	1.714s	1.751s
2.232	1.327s	1.447s	1.553s	1.644s	1.711s	1.748s
2.305	1.324s	1.444s	1.550s	1.641s	1.708s	1.744s
2.380	1.321s	1.441s	1.546s	1.638s	1.705s	1.740s
2.457	1.318s	1.438s	1.543s	1.635s	1.701s	1.737s
2.535	1.315s	1.434s	1.540s	1.632s	1.698s	1.733s
2.615	1.312s	1.431s	1.537s	1.629s	1.694s	1.729s
2.696	1.310s	1.428s	1.535s	1.626s	1.690s	1.725s
2.778	1.307s	1.426s	1.532s	1.623s	1.687s	1.721s
2.862	1.304s	1.423s	1.529s	1.620s	1.683s	1.717s
2.947	1.302s	1.420s	1.527s	1.617s	1.679s	1.713s
3.034	1.299s	1.417s	1.525s	1.614s	1.675s	1.708s
3.122	1.297s	1.415s	1.522s	1.610s	1.671s	1.704s
3.212	1.294s	1.413s	1.520s	1.607s	1.667s	1.700s
3.303	1.292s	1.410s	1.517s	1.604s	1.663s	1.695s
3.396	1.289s	1.408s	1.515s	1.600s	1.659s	1.690s
3.490	1.287s	1.405s	1.512s	1.597s	1.654s	1.686s
3.586	1.285s	1.403s	1.510s	1.593s	1.650s	1.681s
3.684	1.282s	1.401s	1.507s	1.589s	1.645s	1.676s
3.783	1.280s	1.399s	1.504s	1.586s	1.641s	1.672s
3.907	1.277s	1.396s	1.501s	1.581s	1.635s	1.666s
4.030	1.275s	1.394s	1.498s	1.576s	1.630s	1.660s
4.153	1.272s	1.392s	1.494s	1.572s	1.625s	1.654s
4.277	1.270s	1.390s	1.491s	1.567s	1.619s	1.648s
4.400	1.268s	1.387s	1.487s	1.562s	1.614s	1.643s
4.524	1.266s	1.385s	1.484s	1.558s	1.608s	1.637s
4.647	1.263s	1.383s	1.480s	1.553s	1.603s	1.631s
4.771	1.261s	1.380s	1.477s	1.549s	1.598s	1.626s
4.894	1.259s	1.378s	1.473s	1.544s	1.593s	1.620s
5.017	1.258s	1.375s	1.469s	1.540s	1.587s	1.615s
5.141	1.256s	1.373s	1.466s	1.535s	1.582s	1.609s
5.264	1.254s	1.370s	1.462s	1.530s	1.577s	1.604s
5.388	1.252s	1.368s	1.458s	1.526s	1.572s	1.599s
5.511	1.250s	1.365s	1.455s	1.521s	1.567s	1.593s

5.634	1.249s	1.362s	1.451s	1.517s	1.562s	1.588s
5.758	1.247s	1.359s	1.447s	1.512s	1.557s	1.583s
5.881	1.245s	1.356s	1.443s	1.508s	1.552s	1.578s
6.005	1.243s	1.353s	1.439s	1.503s	1.547s	1.573s
6.128	1.241s	1.350s	1.435s	1.499s	1.543s	1.568s
6.251	1.239s	1.347s	1.431s	1.494s	1.538s	1.563s
6.375	1.237s	1.344s	1.427s	1.490s	1.533s	1.558s
6.498	1.234s	1.341s	1.424s	1.485s	1.528s	1.553s
6.622	1.232s	1.337s	1.420s	1.481s	1.523s	1.549s
6.745	1.230s	1.334s	1.416s	1.476s	1.519s	1.544s
6.869	1.227s	1.331s	1.412s	1.472s	1.514s	1.539s
6.992	1.225s	1.327s	1.408s	1.468s	1.509s	1.535s
7.115	1.222s	1.324s	1.404s	1.463s	1.505s	1.530s
7.239	1.220s	1.321s	1.399s	1.459s	1.500s	1.525s
7.362	1.217s	1.317s	1.395s	1.454s	1.496s	1.521s
7.486	1.214s	1.314s	1.391s	1.450s	1.491s	1.516s
7.609	1.211s	1.310s	1.387s	1.446s	1.487s	1.512s
7.732	1.209s	1.306s	1.383s	1.441s	1.482s	1.507s
7.856	1.206s	1.303s	1.379s	1.437s	1.478s	1.503s
7.979	1.203s	1.299s	1.375s	1.432s	1.473s	1.499s
8.103	1.200s	1.295s	1.371s	1.428s	1.469s	1.494s
8.226	1.197s	1.292s	1.367s	1.424s	1.464s	1.490s
8.350	1.193s	1.288s	1.363s	1.419s	1.460s	1.486s
8.473	1.190s	1.284s	1.358s	1.415s	1.456s	1.482s
8.596	1.187s	1.280s	1.354s	1.411s	1.451s	1.477s
8.720	1.184s	1.276s	1.350s	1.406s	1.447s	1.473s
8.843	1.180s	1.273s	1.346s	1.402s	1.443s	1.469s
8.967	1.177s	1.269s	1.342s	1.398s	1.439s	1.465s
9.090	1.173s	1.265s	1.337s	1.393s	1.434s	1.461s
9.213	1.170s	1.261s	1.333s	1.389s	1.430s	1.457s
9.337	1.166s	1.257s	1.329s	1.385s	1.426s	1.453s
9.460	1.163s	1.253s	1.325s	1.381s	1.422s	1.449s
9.584	1.159s	1.249s	1.320s	1.376s	1.417s	1.445s
9.707	1.155s	1.245s	1.316s	1.372s	1.413s	1.441s
9.831	1.152s	1.241s	1.312s	1.368s	1.409s	1.437s
9.954	1.148s	1.236s	1.308s	1.363s	1.405s	1.433s

10.077	1.144s	1.232s	1.303s	1.359s	1.401s	1.429s
10.201	1.140s	1.228s	1.299s	1.355s	1.397s	1.425s
10.324	1.137s	1.224s	1.295s	1.351s	1.393s	1.421s
10.448	1.133s	1.220s	1.290s	1.346s	1.389s	1.418s
10.571	1.129s	1.216s	1.286s	1.342s	1.384s	1.414s
10.694	1.125s	1.211s	1.282s	1.338s	1.380s	1.410s
10.818	1.121s	1.207s	1.277s	1.334s	1.376s	1.406s
10.941	1.117s	1.203s	1.273s	1.329s	1.372s	1.402s
11.065	1.112s	1.198s	1.269s	1.325s	1.368s	1.399s

Water Specific Gravity = 1.025.



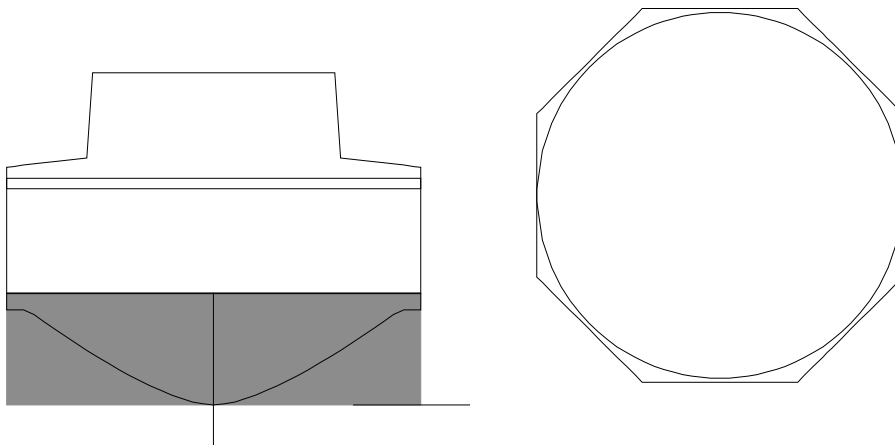
Lampiran 10. Perhitungan Stabilitas FECABS

STABILITY CALCULATION

LOADING CONDITION (1) FULL LOAD CONDITION

Floating Status

Draft FP	1.009 m	Heel	zero	GM(Solid)	1.617 m
Draft MS	1.009 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.009 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.617 m
Trim	zero	Wave	No	KMT	3.030 m
LCG	0.000 m	VCG	1.413 m	TPcm	0.12



Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	5.12	0.000	0.000	1.413u
Total Weight:	5.12	0.000	0.000	1.413u

Loading Summary

Item	Weight	LCG	TCG	VCG
------	--------	-----	-----	-----

	(MT)	(m)	(m)	(m)
Light Ship	5.13	0.000	0.000	1.413
Displacement	5.13	0.000	0.000	1.413

Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Notes
0.00	0.00	1.009	0.000	0.000	Equil
5.00s	0.00	1.003	0.133	0.006	
10.00s	0.00	0.977	0.222	0.022	
15.00s	0.00	0.934	0.290	0.044	
20.00s	0.00	0.877	0.343	0.072	
25.00s	0.00	0.806	0.385	0.104	
30.00s	0.00	0.722	0.418	0.139	
35.00s	0.00	0.625	0.445	0.177	
40.00s	0.00	0.518	0.465	0.216	
43.13s	0.00	0.447	<u>0.468</u>	0.242	MaxRa
45.00s	0.00	0.405	0.467	0.257	
50.00s	0.00	0.289	0.453	0.297	
55.00s	0.00	0.170	0.425	0.336	
60.00s	0.00	0.050	0.386	0.371	

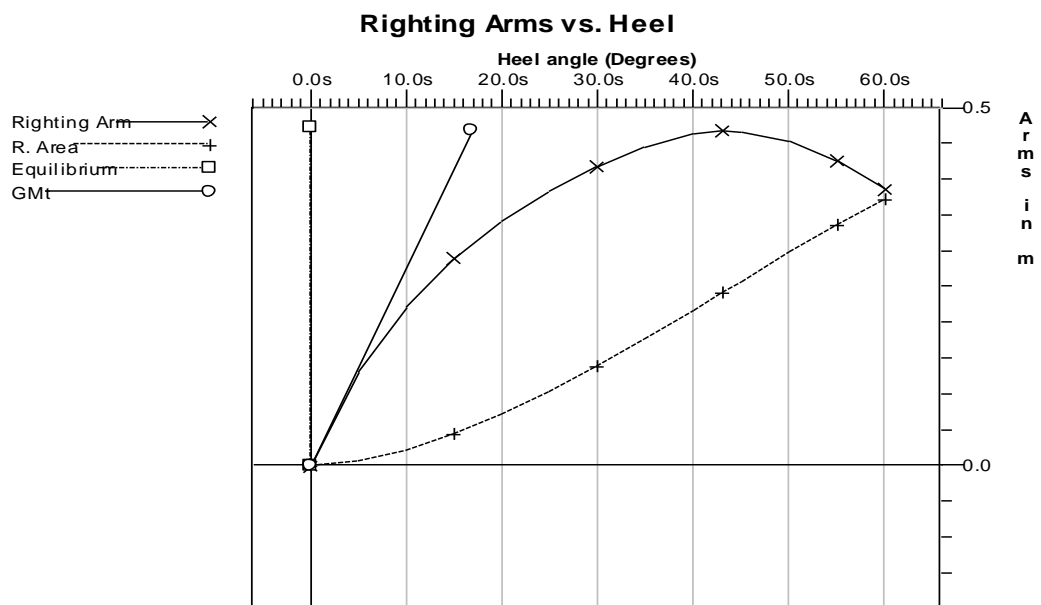
Weight and C.G. used above include tank loads.

The tank load centers were not allowed to shift with heel and trim changes.

IMO RES A.749 (18)

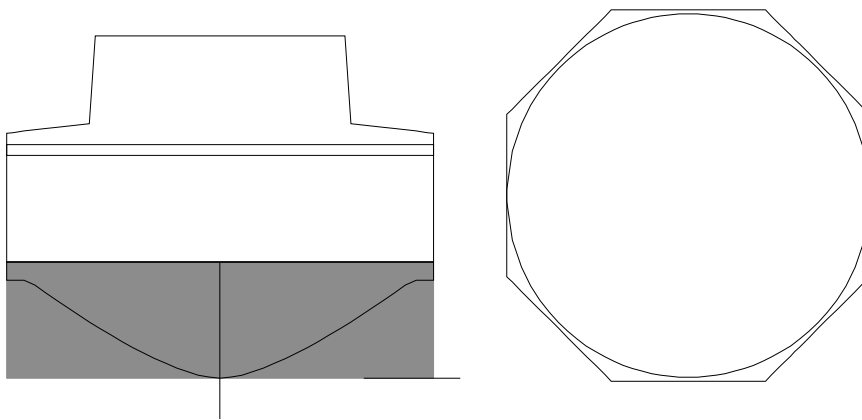
Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
-------	---------	--------	--------	------

(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.139	0.084	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0900 m-R	0.216	0.126	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0300 m-R	0.077	0.047	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg or MaxRA	>0.200 m	0.468	0.268	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	43.13	18.13	Yes
(6) GM at Equilibrium	>0.150 m	1.604	1.454	Yes



LOADING CONDITION (2) RADAR REPAIR CONDITION**Floating Status**

Draft FP	1.021 m	Heel	zero	GM(Solid)	1.375 m
Draft MS	1.021 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.021 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.375 m
Trim	zero	Wave	No	KMT	2.973 m
LCG	0.000 m	VCG	1.598 m	TPcm	0.12

**Fixed Weight Status**

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	5.12	0.000	0.000	1.413u
MEKANIC 2 MEN	0.15	0.000	0.000	7.920u
Total Weight:	5.27	0.000	0.000	1.598u

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	5.13	0.000	0.000	1.413
Deadweight	0.15	0.000	0.000	7.920
Displacement	5.28	0.000	0.000	1.598

Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Notes
0.00	0.00	1.021	0.000	0.000	Equil
5.00s	0.00	1.016	0.115	0.005	
10.00s	0.00	0.990	0.188	0.019	
15.00s	0.00	0.949	0.240	0.037	
20.00s	0.00	0.892	0.277	0.060	
25.00s	0.00	0.822	0.304	0.085	
30.00s	0.00	0.738	0.323	0.113	
35.00s	0.00	0.641	0.337	0.142	
40.00s	0.00	0.534	0.343	0.171	
45.00s	0.00	0.422	0.332	0.201	
50.00s	0.00	0.307	0.306	0.229	
55.00s	0.00	0.189	0.268	0.254	
60.00s	0.00	0.070	0.220	0.275	

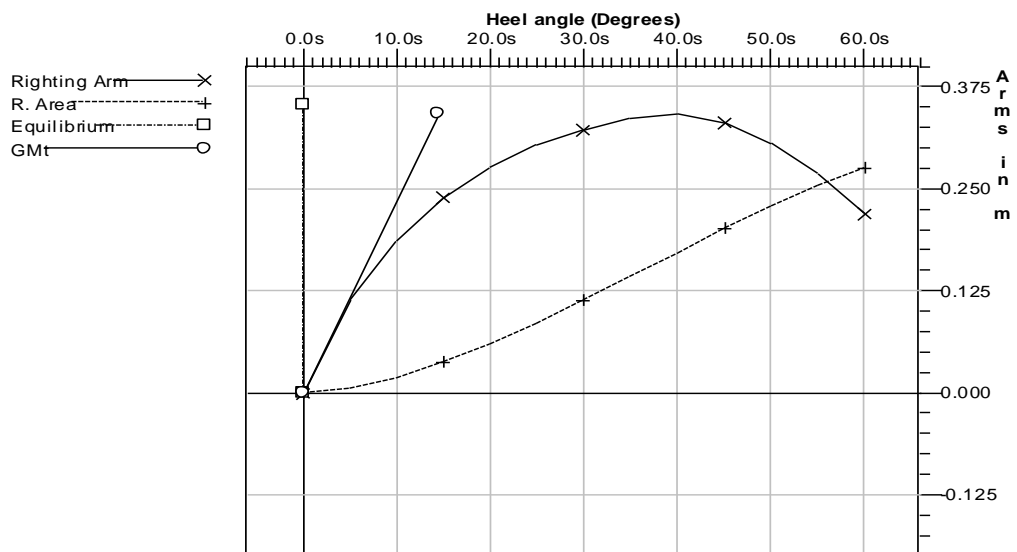
Weight and C.G. used above include tank loads.

The tank load centers were not allowed to shift with heel and trim changes.

IMO RES A.749 (18)

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.113	0.058	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0900 m-R	0.171	0.081	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0300 m-R	0.059	0.029	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg or MaxRA	>0.200 m	0.343	0.143	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	40.00	15.00	Yes
(6) GM at Equilibrium	>0.150 m	1.362	1.212	Yes

Righting Arms vs. Heel



IMO SEVERE WIND AND ROLLING

LOADING CONDITION (1) FULL LOAD CONDITION

Floating Status

Draft FP	1.009 m	Heel	stbd 2.13 deg.	GM(Solid)	1.623 m
Draft MS	1.009 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.009 m	Wind	53.4 kn	GM(Fluid)	1.623 m
Trim	zero	Wave	No	KMT	3.035 m
LCG	0.000 m	VCG	1.413 m	TPcm	0.12

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	5.13	0.000	0.000	1.413
Displacement	5.13	0.000	0.000	1.413

Heeling Moment Derivation

Wind Velocity at 10 meters = 53.4 knots from port, CD= 1.200

Part	LPA (m ²)	HCP (m)	Arm (m)	Pressure (MT/m ²)	Moment (m-MT)
HULL	4.5	0.571	0.944	0.026	0.108
DECK	3.0	1.532	1.906	0.035	0.200

Total wind heeling moment 0.308 to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Notes
2.13s	0.00	1.008	0.000	0.000	Equil Roll
7.13s	0.00	0.994	0.114	0.005	
12.13s	0.00	0.960	0.193	0.019	
17.13s	0.00	0.912	0.254	0.038	
22.13s	0.00	0.849	0.302	0.063	
27.13s	0.00	0.772	0.339	0.091	
32.13s	0.00	0.682	0.370	0.122	

37.13s	0.00	0.580	0.395	0.155	
42.13s	0.00	0.470	0.408	0.190	
43.10s	0.00	0.448	<u>0.408</u>	0.197	MaxRa
47.13s	0.00	0.356	0.403	0.226	
50.00s	0.00	0.289	0.393	0.246	
52.13s	0.00	0.238	0.383	0.260	
57.13s	0.00	0.119	0.350	0.292	
62.13s	0.00	-0.002	0.306	0.321	

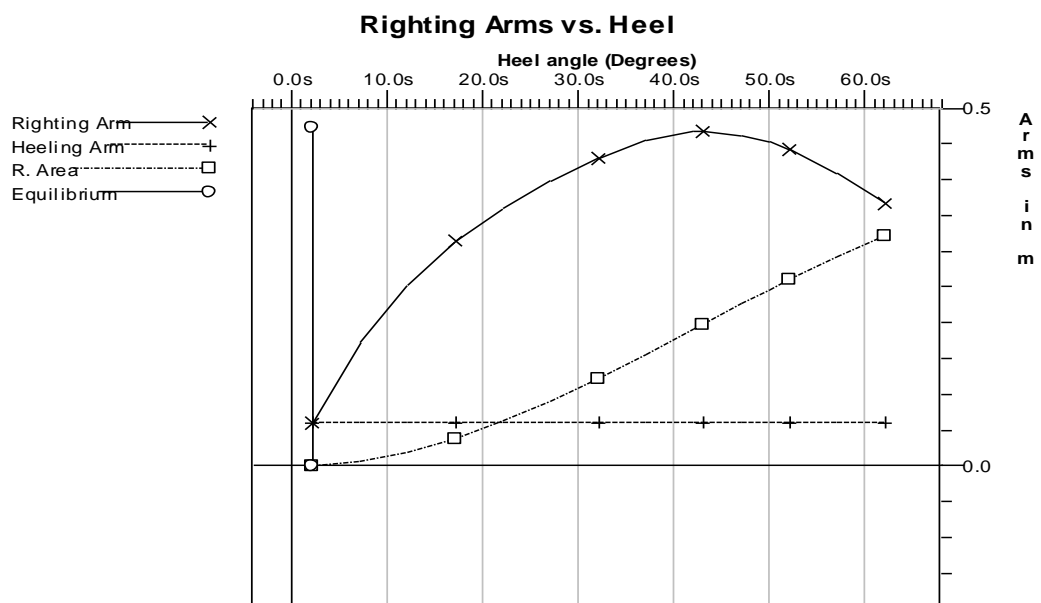
Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the
wind heeling arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 0.31

IMO RES. A.562 (14)

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<16.00 deg	2.13	13.87	Yes
(2) Abs. Ratio from Roll to Abs 50.00 deg or Crit.	>1.000	5.893	4.893	Yes



LOADING CONDITION (2) RADAR REPAIR CONDITION**Floating Status**

Draft FP	1.021 m	Heel	stbd 2.36 deg.	GM(Solid)	1.408 m
Draft MS	1.021 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.021 m	Wind	53.4 kn	GM(Fluid)	1.408 m
Trim	Zero	Wave	No	KMT	2.978 m
LCG	0.000 m	VCG	1.572 m	TPcm	0.12

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	5.13	0.000	0.000	1.413
Deadweight	0.15	0.000	0.000	7.000
Displacement	5.28	0.000	0.000	1.572

Heeling Moment Derivation

Wind Velocity at 10 meters = 53.4 knots from port, CD= 1.200

Part	LPA (m ²)	HCP (m)	Arm (m)	Pressure (MT/m ²)	Moment (m-MT)
HULL	4.4	0.565	0.943	0.025	0.106
DECK	3.0	1.520	1.898	0.035	0.199

Total wind heeling moment 0.305 to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Notes
2.36s	0.00	1.020	0.000	0.000	Equil Roll
7.36s	0.00	1.006	0.098	0.004	

12.36s	0.00	0.973	0.162	0.016	
17.36s	0.00	0.924	0.209	0.032	
22.36s	0.00	0.861	0.243	0.052	
27.36s	0.00	0.783	0.268	0.074	
32.36s	0.00	0.694	0.286	0.099	
37.36s	0.00	0.591	0.300	0.124	
39.73s	0.00	0.540	<u>0.302</u>	0.137	MaxRa
42.36s	0.00	0.482	0.299	0.150	
47.36s	0.00	0.368	0.283	0.176	
50.00s	0.00	0.307	0.268	0.189	
52.36s	0.00	0.252	0.252	0.199	
57.36s	0.00	0.133	0.210	0.220	
62.36s	0.00	0.013	0.159	0.236	

Note:

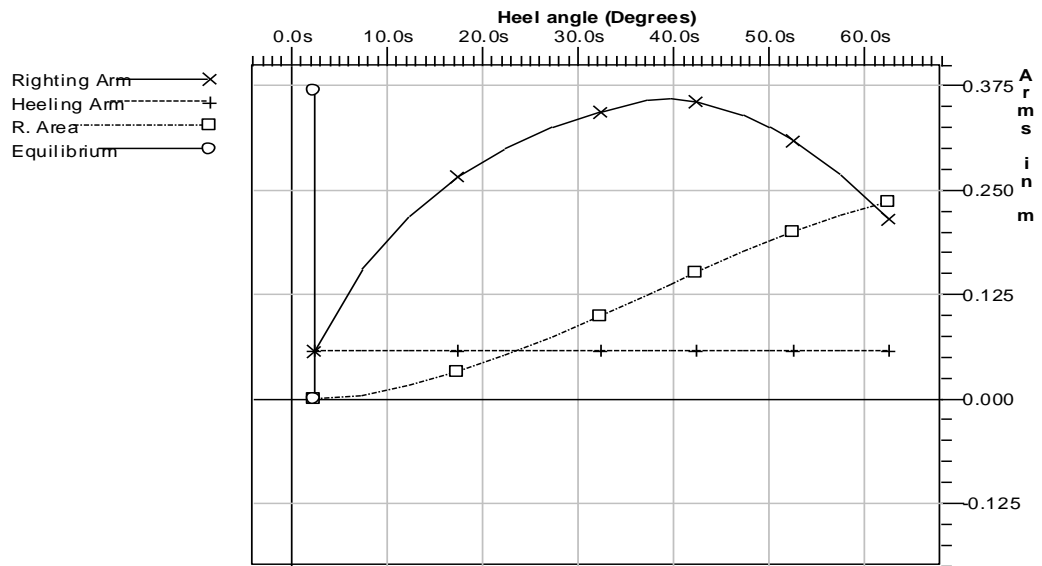
Residual Righting Arms shown above are in excess of the
wind heeling arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 0.31

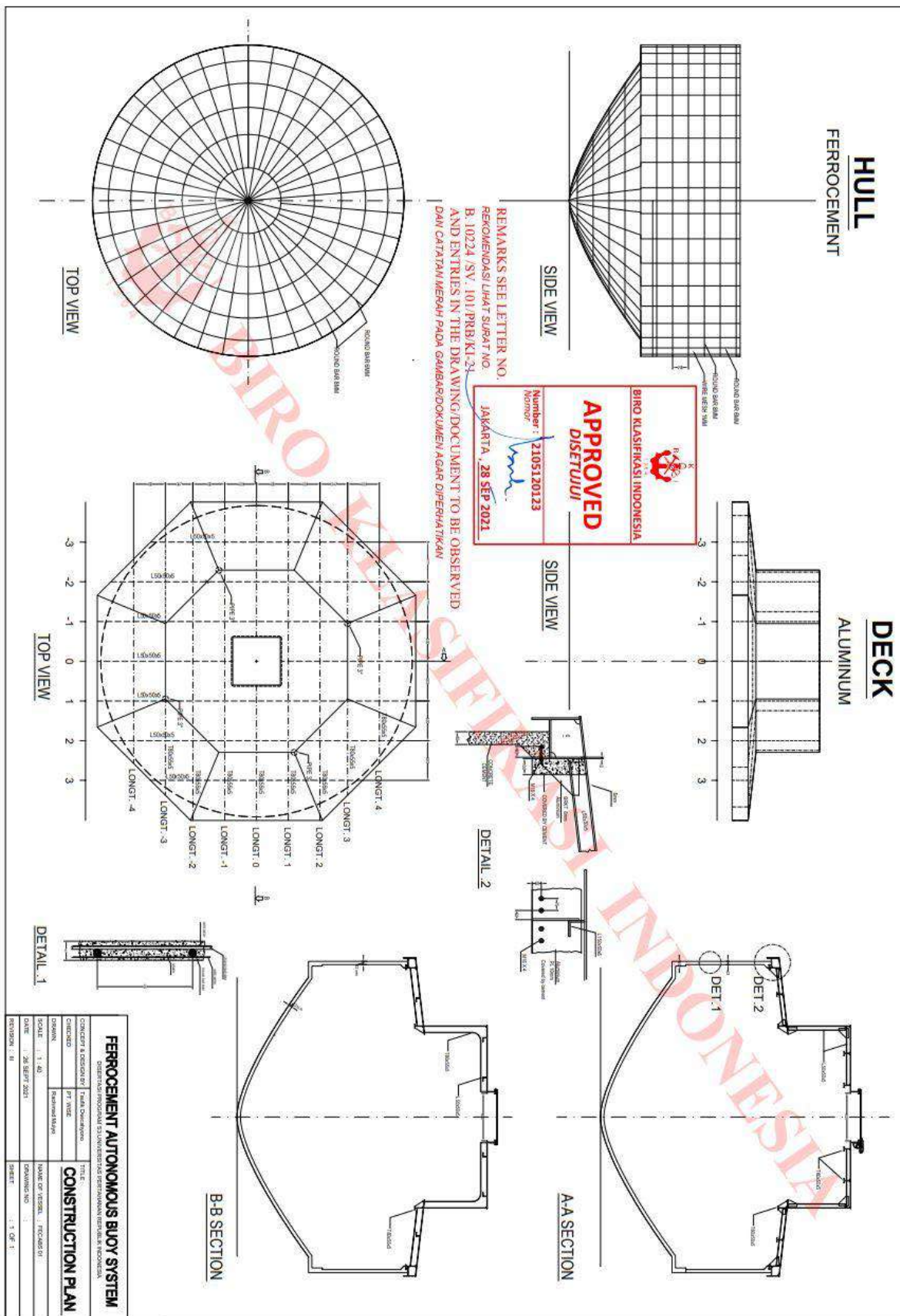
IMO RES. A.562 (14)

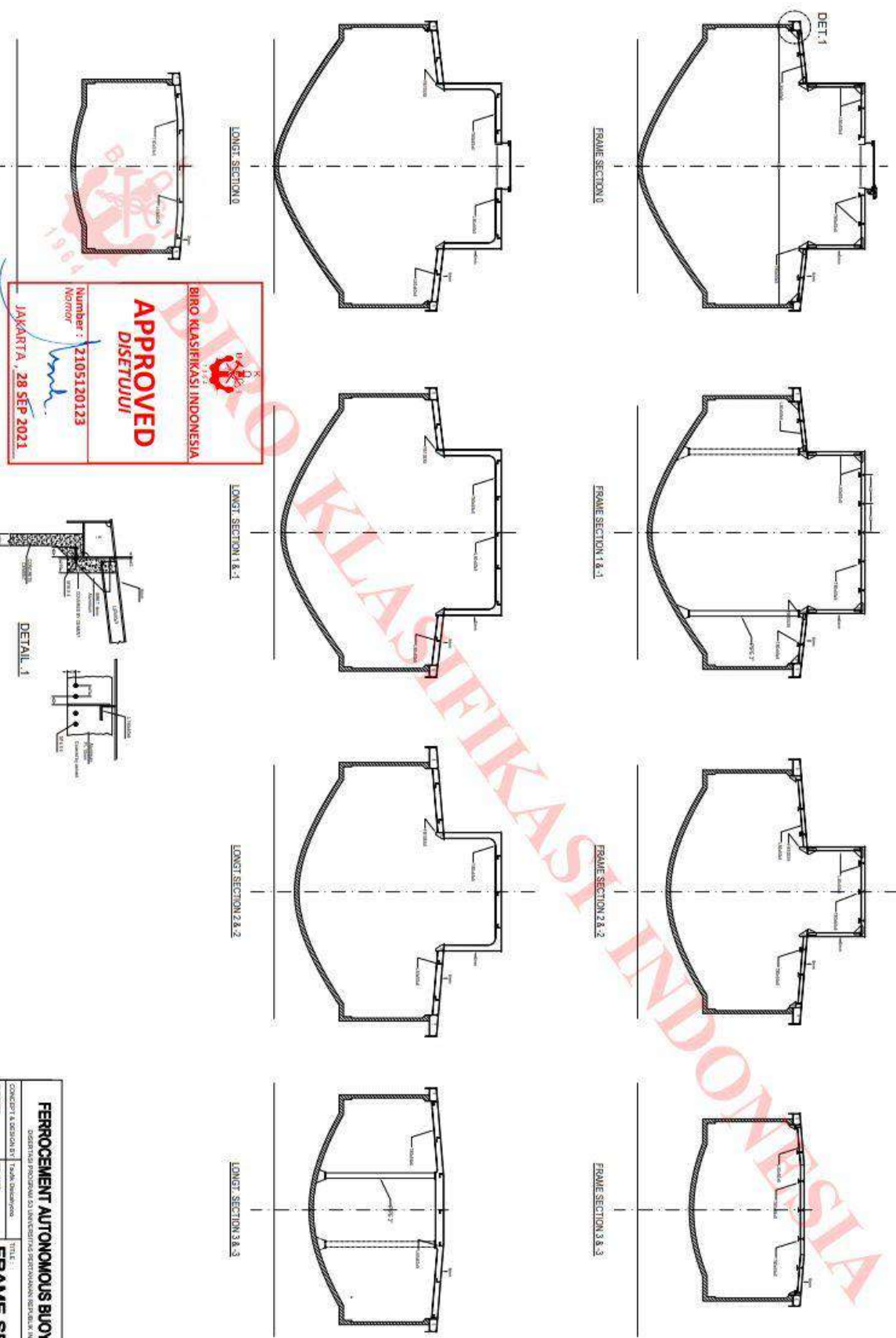
Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<16.00 deg	2.36	13.64	Yes
(2) Abs. Ratio from Roll to Abs 50.00 deg or Crit.	>1.000	4.924	3.924	Yes

Righting Arms vs. Heel



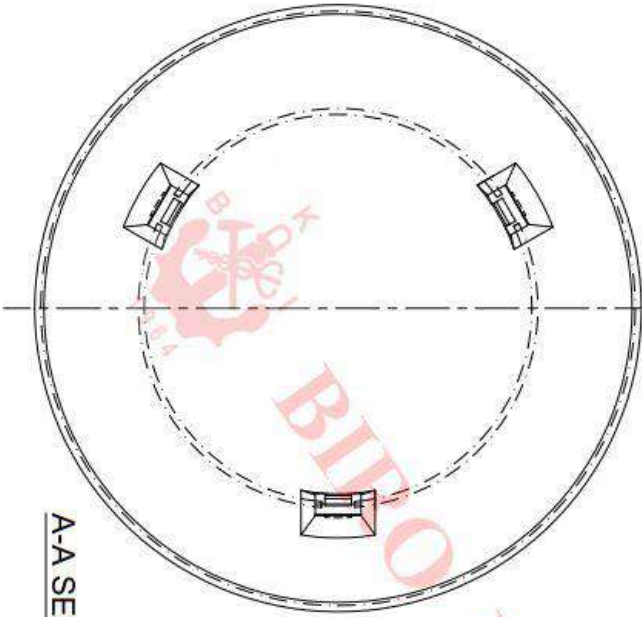
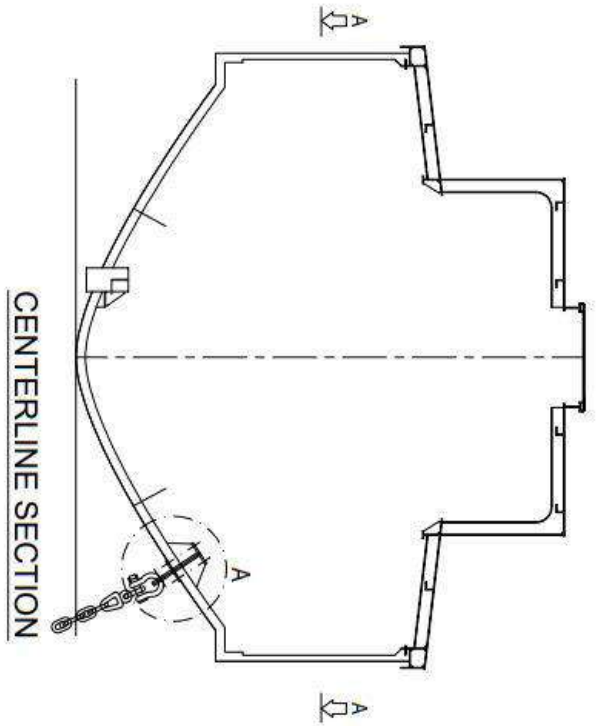
Lampiran 11. Approval BKI untuk gambar detail, hidrodinamika FECABS



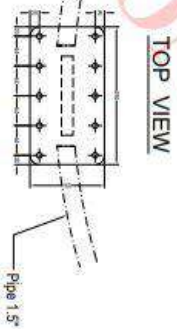
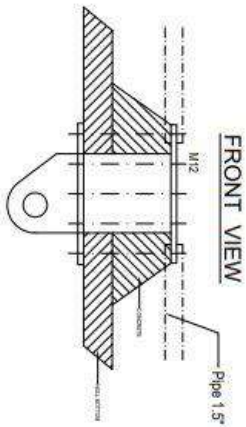
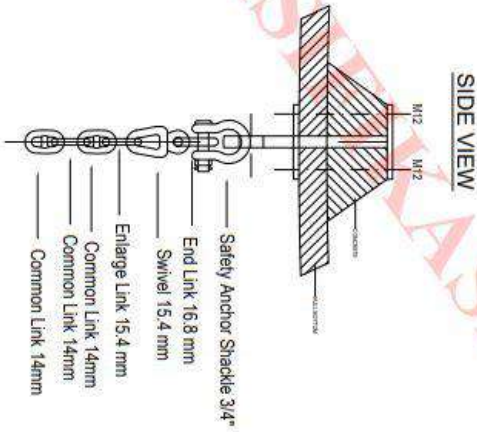


NOTES:
 FRAME : L50x50x5
 LONGIT. : 180x50x5

FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM	
DESIGNER PROJECTOR DO INVENTERING PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN	
CONCEPT & DESIGN BY	YAMA DESAIN/PT. YAMA
CHECKED BY	PT. YAMA
DESIGNED BY	Desain/PT. YAMA
SCALE	1 : 50
DATE	28 SEPT 2021
REVISION	01
SHEET : 1 OF 1	

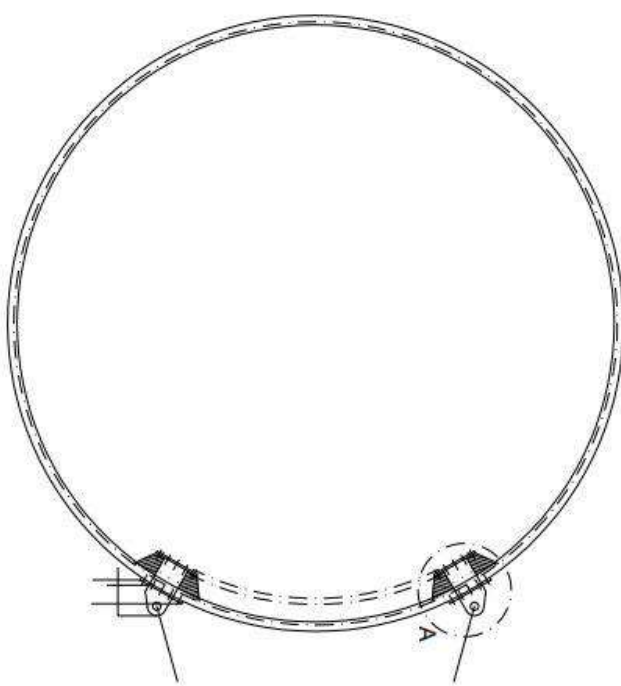
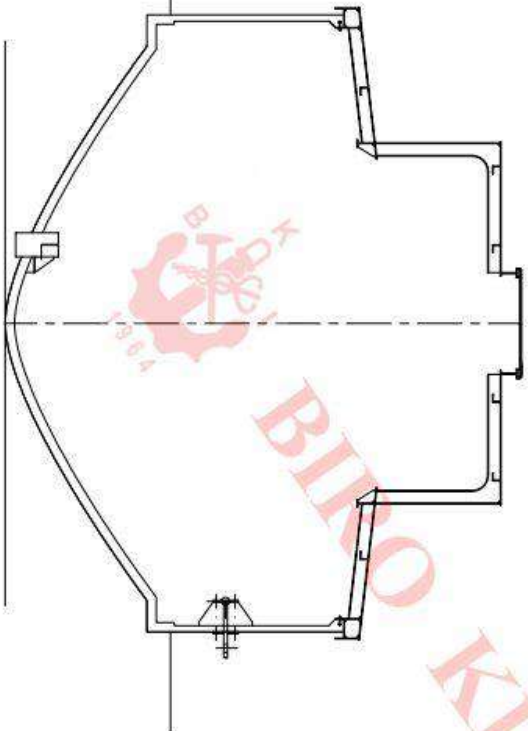


DETAIL A
SCALE 1 : 10



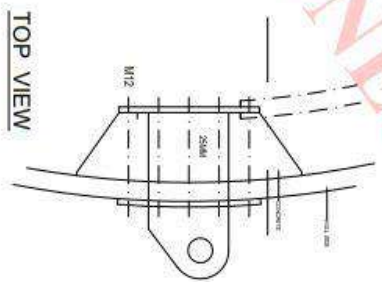

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
APPROVED
DISETUJUI
 Number : 2105120123
 Nomor
 JAKARTA, 28 SEP 2021

FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM		TITLE	
DESIGNER: PT. OCEANIC INDONESIA		DRAWN: [Signature]	
CHECKED: [Signature]		SCALE: 1 : 10	
DATE: 18 APRIL 2021		SHEET: 1 OF 1	
MOORING ARRANGEMENT		ANCHOR (NO. AND CHAIN LENGTH) (mm)	

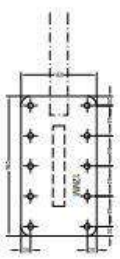



BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
APPROVED
DISETUJUI
 Number : 2105120123
 Nomor :
 JAKARTA, 28 SEP 2021

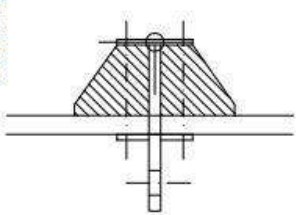
DETAIL A
 SCALE 1 : 10



TOP VIEW



REAR VIEW



SIDE VIEW

FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM		TOWING ARRANGEMENT	
CONCEPT & DESIGN BY : Tarik, Dwiandjani CHECKED BY : PT. MASE DRAWN BY : Pratiwi Mulya			
DATE : 28 APRIL 2021	SCALE : 1 : 200, 1 : 10	DRAWING NO. :	SHEET : 1 OF 1
REVISION : II			

DATE	MODIFICATION	Rev.	By
PROJECT		DESIGNER	
FEROCEMENT AUTOMOMOUS BUOY SYSTEM			
TITLE:		OWNER	
ANALISA KEKUATAN STRUKTUR		CLASS	
Drawn by		Checked by	
		Doc. Number	



REMARKS SEE LETTER NO.
 REKOMENDASI LIHAT SURAT NO.
 B. 10224 /SV. 101/PRB/KI-21
 AND ENTRIES IN THE DRAWING/DOCUMENT TO BE OBSERVED
 DAN CATATAN MERAH PADA GAMBAR/DOKUMEN AGAR DIPERHATIKAN



BIRO KLASIFIKASI INDONESIAStamped drawing, refer to 1st page
Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

Contents

1. PROPERTI HIDROSTATIK	3
2. SOFTWARE ANALYSIS	4
3. PEMODELAN	4
4. LOAD CASE PEMBEBANAN	9
5. ACCEPTANCE CRITERIA	15
6. HASIL	16



BIRO KLASIFIKASI INDONESIA

I. PROPERTI HIDROSTATIK

Saat beroperasi, buoy berada pada posisi static equilibrium memiliki propertis sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter Hidrostatik buoy

Parameter	Nilai	Unit
Displacement	5.447	t
Volume (displaced)	5.314	m ³
Draft Amidships	1.1	m
Immersed depth	1.1	m
WL Length	3.92	m
Beam max extents on WL	3.92	m
Wetted Area	15.744	m ²
Max sect. area	2.366	m ²
Waterpl. Area	12.039	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0.573	
Block coeff. (Cb)	0.314	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.549	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.783	
KB	0.822	m
BMt	2.17	m
BML	2.173	m
GMt corrected	2.992	m
GML	2.995	m
KMt	2.992	m
KML	2.995	m

Adapun sumbu referensi yang dipakai untuk Perhitungan hidrostatik dan Hydrodynamis adalah sebagai berikut :

X, Y = 0 pada sumbu axis center buoy

Z = 0 pada posisi dasar base line, positif ke atas

2. SOFTWARE ANALYSIS

A. STRCUTURE ANALYSIS

Analisa kekuatan structure dilakukan secara static dengan telah mempertimbangkan beban dinamis dari perhitungan. Metode yang digunakan melalui numerik dengan bantuan software ANSYS. Software ini merupakan software komersial yang banyak dipakai di dunia industry sipil dan migas.

B. MOORING ANALYSIS

Untuk mendapatkan nilai tension di titik mooring, perlu pemodelan dinamis menggunakan Orcaflex. Software ini memiliki kemampuan mensimulasikan perilaku mooring pada kondisi dinamis akibat pengaruh gelombang, arus dan angin. Orcaflex juga sering digunakan di dunia migas untuk Analisa marine operation lainnya.

3. PEMODELAN

A. 3-D Structural Model

Dimensi

Diameter	:	4.00	m
Tinggi keseluruhan	:	3.15	m
Sarat air	:	1.10	m



Gambar 1. 3D Modeling Concrete Buoy & Wire mesh

Ferocement buoy dimodelkan menggunakan kombinasi material concrete dengan wire mesh sebagai reinforcement. Adapun structure bagian atas menggunakan Alluminium alloy. Bagian Stiffener dimodelkan menggunakan element beam dan pelat menggunakan element shell. Wire mesh dimodelkan sebagai beam dan concrete sebagai solid element \

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA

Stamped drawing, refer to 1st page
Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

B. UKURAN KONSTRUKSI



Structure
 Material
 Thickness
 Model

- = Submerged body
- = Concrete cement
- = 43 mm
- = Solid element



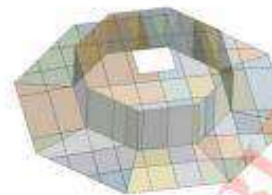
Structure
 Material
 Ukuran
 Model

- = Rebar / Wire mesh
- = Structural Steel
- = Round Bar Dia. 6 mm
- = Beam / Reinforcement



Structure
 Material
 Ukuran
 Model

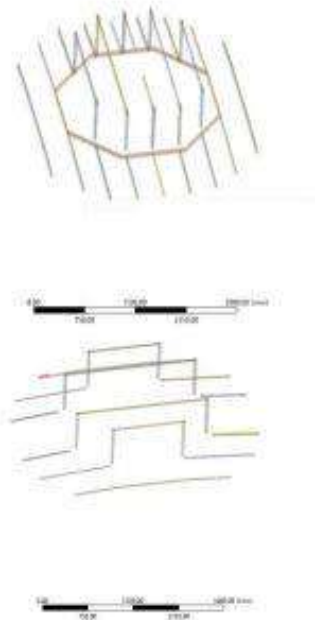
- = Rebar / Wire mesh
- = Structural Steel
- = Round Bar Dia. 8 mm
- = Beam / Reinforcement



Structure
 Material
 Thickness
 Model

- = Top Plate
- = Aluminium
- = 5 mm
- = Shell Element

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
Cap gambar, mengacu pada halaman pertama



Structure
 Material
 Ukuran
 Model

= Top Plate Stiffeer
 = Aluminium
 = T 80x55x5
 = Beam Element

Structure
 Material
 Ukuran
 Model

= Top Plate Stiffeer
 = Aluminium
 = L 50x50x5
 = Beam Element

C. KONDISI BATAS

Kondisi batas berada pada titik berat struktur dengan tipe Elastic support, yang artinya unit masih dapat bergerak terbatas pada nilai stiffeness-nya.. Nilai ini diperoleh dari restoring force pada Analisa Gerakan buoy (Lampiran), di mana besarnya sudah total dari masing-masing gerakan unit 6 derajat kebebasan



Gambar 2. Kondisi batas

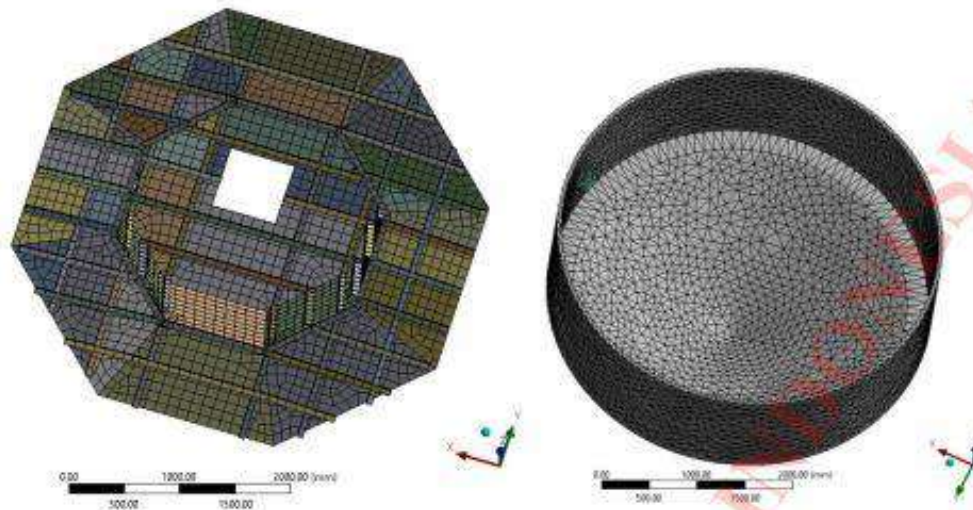
D. MESHING

Structure buoy dibagi menjadi 21346 element dengan 39816 node dengan tampilan sebagaimana pada Gambar 3



Gambar 3. Jumlah elemen

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
Csp gambar, mengacu pada halaman pertama



Gambar 4. Meshing buoy

E. MATERIAL PROPERTIES

1. Aluminium

Properties of Outline Row: 3: Aluminum Alloy				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	
2	<input checked="" type="checkbox"/> Material Field Variables	<input checked="" type="checkbox"/> Table		
3	<input checked="" type="checkbox"/> Density	2770	kg m ⁻³	
4	<input checked="" type="checkbox"/> Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion			
6	<input checked="" type="checkbox"/> Isotropic Elasticity			
7	Derive from	Young's Modulus a...		
8	Young's Modulus	7.3E+10	Pa	
9	Poisson's Ratio	0.33		
10	Bulk Modulus	6.9603E+10	Pa	
11	Shear Modulus	2.6692E+10	Pa	
12	<input checked="" type="checkbox"/> S-N Curve	<input checked="" type="checkbox"/> Tabular		
16	<input checked="" type="checkbox"/> Tensile Yield Strength	2.9E+08	Pa	
17	<input checked="" type="checkbox"/> Compressive Yield Strength	2.9E+08	Pa	
18	<input checked="" type="checkbox"/> Tensile Ultimate Strength	3.3E+08	Pa	
19	<input checked="" type="checkbox"/> Compressive Ultimate Strength	0	Pa	

2. Concrete / Cement

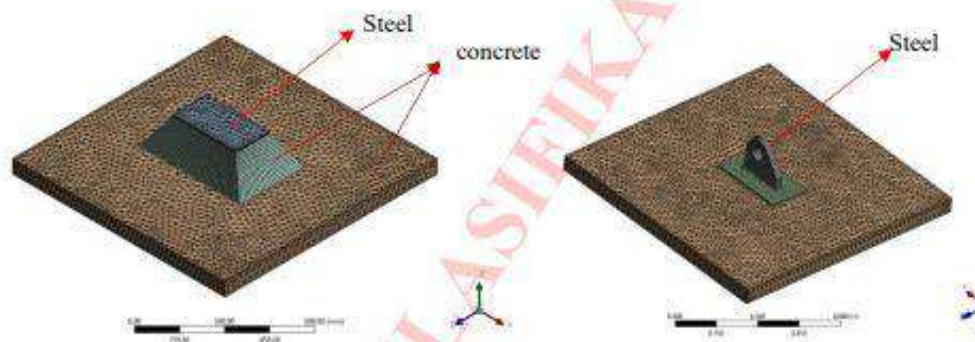
Properties of Outline Row: 4: Concrete				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	
2	<input checked="" type="checkbox"/> Material Field Variables	<input checked="" type="checkbox"/> Table		
3	<input checked="" type="checkbox"/> Density	2300	kg m ⁻³	
4	<input checked="" type="checkbox"/> Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion			
6	<input checked="" type="checkbox"/> Isotropic Elasticity			
7	Derive from	Young's Modulus a...		
8	Young's Modulus	3E+10	Pa	
9	Poisson's Ratio	0.18		
10	Bulk Modulus	1.9629E+10	Pa	
11	Shear Modulus	1.2712E+10	Pa	
12	<input checked="" type="checkbox"/> Tensile Yield Strength	0	Pa	
13	<input checked="" type="checkbox"/> Compressive Yield Strength	0	Pa	
14	<input checked="" type="checkbox"/> Tensile Ultimate Strength	9E+06	Pa	
15	<input checked="" type="checkbox"/> Compressive Ultimate Strength	6.2E+07	Pa	

3. Structural steel

Properties of Outline form S1 Structural Steel				
	A	B	C	
1	Property	Value	Unit	
2	Material Field Variables	Table		
3	Density	7850	kg m ⁻³	
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion			
6	Isotropic Elasticity			
7	Derive From	Young's Modulus a...		
8	Young's Modulus	2E+11	Pa	
9	Poisson's Ratio	0.3		
10	Bulk Modulus	1.6657E+11	Pa	
11	Shear Modulus	7.6923E+10	Pa	
12	Strain-Life Parameters			
20	S-N Curve	Table		
24	Tensile Yield Strength	2.5E+08	Pa	
25	Compressive Yield Strength	-2.5E+08	Pa	
26	Tensile Ultimate Strength	4.6E+08	Pa	
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa	

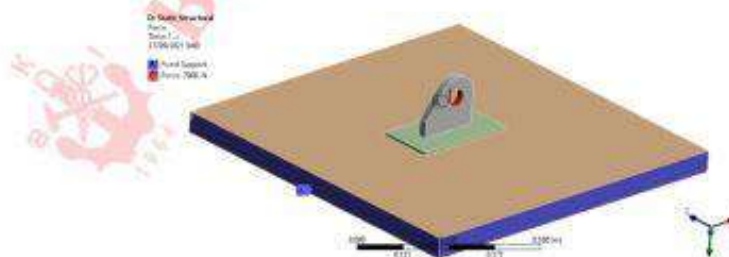
F. LOCAL MODEL

Untuk memverifikasi kekuatan struktur lokal pada bracket mooring lain



Gambar 5. 3D-model dan meshing

Kondisi Batas secara sederhana di kunci pada bagian kulit concrete sedangkan beban mooring diaplikasikan pada pengait bracket ke arah normal kulit (sumbu -Y). Adapun gaya diperoleh dari simulasi tegangan di mooring line.



Gambar 6. Kondisi batas dan Pemodelan

4. LOAD CASE PEMBEBANAN

Kondisi Pembebanan yang dipakai merujuk pada Rules **BKI Part 5 Volume II Section 3C Tabel 3.1.** yaitu beban yang masih relevan dapat diaplikasikan pada kasus Buoy. Beban seperti gempa bumi tidak dipertimbangkan pada analisa ini.

Tabel 2. Kondisi Pembebanan

No	Loading Condition	Dead Load	Equipment	Variable Load	Buoyancy	Environmental Operational	Environmental Extreme	Impact	Mooring
1	Permanent Load	x	x		x				
2	Operating Load	x	x	x	x	x		x	x
3	Extreme Environmental Load	x	x		x		x		x
4	Accidental	x	x		x			x	
5	Transportation	x	x		x	x			

Permanent Load

- Beban Hidrostatik pada kondisi sarat saat unit tidak beroperasi (termasuk berat struktur dan equipment di atasnya)

Operating Load

- Beban permanent Load ditambah dengan variable load, misalkan personel, ballast yang dapat berubah saat beroperasi
- Effect dari gelombang dan angin yang secara periodic dan normal terjadi saat unit beroperasi, secara umum diambil 10 year RP
- Impact selama operasi normal, seperti beban akibat slamming unit
- Beban akibat mooring

Extreme Environmental Load

- Load Case ini menggambarkan kondisi lingkungan yang extreme sehingga dianggap tidak ada orang di atas buoy, oleh karena itu variable load untuk personel dihilangkan
- Kondisi gelombang dan angin diambil 100 year RP

Accidental Load

- Kondisi impact yang dimaksud adalah collision / tabrakan dengan boat
- Environmental dan Mooring load tidak dihiraukan
- Tujuannya adalah focus untuk pengecekan kekuatan structure pada kondisi kecelakaan

Transportation Load

- Kondisi sementara saat unit di towing
- Beban lingkungan diasumsikan pada kondisi operasi normal yaitu 10 year RP

A. Environmental Load

Data lingkungan yang diambil mewakili kondisi perairan laut utara Jawa yang dikumpulkan dari data-base ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) selama kurun 100 tahun terakhir. Kemudian data tersebut dikelompokkan per 1, 10 dan 100 tahunan. Rata-rata dari kelompok data tersebut dapat di lihat pada Tabel 3

Tabel 3, Data kondisi lingkungan

Parameters	Units	Return Periods (years)		
		1	10	100
Wind speed (maximum)	(m/s)	17.14	19.77	26.31
Current on Surface	(m/s)	0.71	0.73	0.76
Current on-bottom	(m/s)	0.52	0.52	0.52
Maximum Wave Height (H_{max})	M	4.82	6.71	9.00
Significant Wave Height (H_s)	M	2.68	3.73	5.00
Significant Wave Period (T_p)	M	7.37	8.69	10.06
Maximum Wave Period ()	M	9.58	11.30	13.08

1. Tekanan Angin

$$q = \frac{1}{2} \rho U^2 C_s C_h$$

q	= tekanan angin	= 0.0753	kPa	Operating
		= 0.1334	kPa	Extreme
U	= Kecepatan angin	= 19.77	m/s	Operating
		= 26.31	m/s	Extreme
ρ	= Density udara	= 0.001224	kN.s ² /m ⁴	Silinder
C_s	= Koefisien bentuk	= 0.5		
C_h	= $(Z/10)^{0.2}$	= 0.63		
Z	= ketinggian titik tinjau di atas garis ait	= 1	m	

2. Tekanan Arus

$$q_D(z) = \frac{1}{2} \rho U_D^2$$

$q_D(z)$	= tekanan arus	= 0.258	kPa	Operating
		= 0.281	kPa	Extreme
$U_D(z)$	= Kecepatan arus	= 0.71	m/s	Operating
		= 0.74	m/s	Extreme
ρ	= Density air laut	= 1.025	kN.s ² /m ⁴	
Z	= kedalaman titik tinjau di bawah garis ait	= 0.5	m	

3. Gaya akibat gelombang

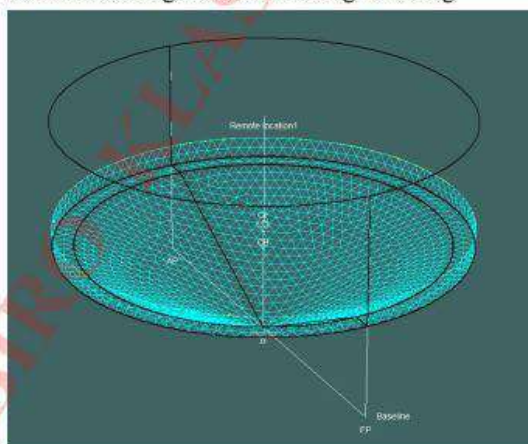
Buoy dapat dikategorikan sebagai Flexibility positioned dan hydrodynamically transparent structure berdasarkan BKI Rules for Structure Pt5. Vol.II, Sec.2B 4.4. Karena buoy memiliki karakteristik olah gerak yang cukup bebas meskipun tertambat oleh mooring line, serta karena bentuknya yang relative kecil dibandingkan dengan karakteristik Panjang gelombang di Indonesia maka unit ini tidak terlalu terpengaruh oleh gaya drift seperti pada kapal dengan ukuran lambung yang besar sehingga kapal dianggap struktur compact.

Gaya eksitasi gelombang merupakan gaya tekan tambahan terhadap lambung buoy akibat Gerakan dinamis oleh gelombang. Besarnya dapat dihitung menggunakan formulasi Gerakan umum benda terapung. Pada laporan ini gaya tersebut diambil menggunakan metode panel yang dilakukan secara numerik melalui simulasi.

$$F_j = \sum_{k=1}^6 [-\omega_d^2 \cdot (M_{jk} + A_{jk}) + i \cdot \omega_d \cdot B_{jk} + C_k] \cdot SD_k$$

Dimana :

J,k	=	Index Gerakan coupling untuk arah translasi (surge, heave, sway) dan rotasi (roll, pitch, yaw)
ω_d	=	Frequency
Mjk	=	matrix massa unit
Ajk	=	matrix Added mass
Bjk	=	matrix damping
Ck	=	matrix stiffener / restoring force
Sdk	=	amplitude Gerakan
Fj	=	Gaya / tekanan akibat gerakan unit oleh gelombang



Gambar 7. Model metode panel

Gaya tekan eksitasi gelombang dapat disajikan sebagai berikut

1. Normal Operating Condition

Hs	=	3.73	m
Tz	=	7.88	s

Spectrum	=	Jonswap
Peakness	=	1.3 Tipikal laut Indonesia
Total excitation wave pressure pada Lampiran)	=	535.18 N/m ² (untuk detail perhitungan dapat dilihat

2. Extreme Condition

Hs	=	5.00 m
Tz	=	7.86 s
Spectrum	=	Jonswap
Peakness	=	1.3 Tipikal laut Indonesia
Total excitation wave pressure pada Lampiran)	=	716.69 N/m ² (untuk detail perhitungan dapat dilihat

B. DEAD LOAD

Dead Load adalah berat struktur dari buoy itu sendiri pada saat tanpa muatan apapun, nilainya sebesar 4.6 ton

C. EQUIPMENT LOAD

Equipment load meliputi alat navigasi, komunikasi dan peralatan pendukung lainnya, diasumsikan 15% dari Dead Load atau sebesar 0.65 ton

D. VARIABLE LOAD

Merupakan beban yang dapat dipindahkan secara mudah, dalam kasus ini variable load adalah 2 orang dengan provisionnya diasumsikan 200 kg, beban ini disimulasikan sebagai point load pada model.

E. MOORING LOAD

Beban akibat gaya mooring line dapat diketahui melalui simulasi. Menurut OCIMF waktu ideal simulasi adalah 3 jam untuk memperoleh kondisi unit yang stabil.

Adapun analisa dilakukan dengan mempertimbang arah datangnya gelombang, arus dan angin. Jika arah beban lingkungan tidak diketahui maka berdasarkan API RP 2SK, untuk single point mooring seperti kasus buoy ini dapat menggunakan Load Case sebagai berikut.

a) Collinear

Inline - Gelombang, arus dan angin datang dari arah yang sama paralel dengan salah satu mooring line
 Between - Gelombang, arus dan angin datang dari arah yang sama dan di antara dua mooring line yang berdekatan

b) Non Collinear

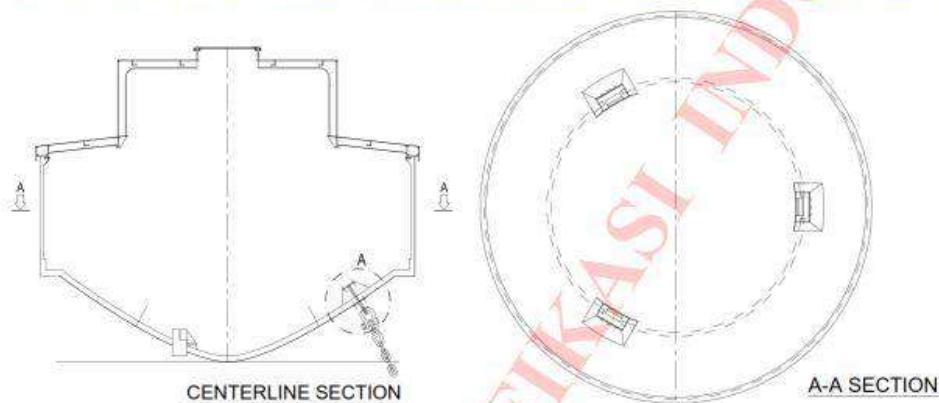
Angin datang dari arah 30^o dan arus dari arah 45^o terhadap arah gelombang

Seperti halnya pada beban akibat lingkung, beban mooring juga dihitung pada kondisi operasi dan extreme.

Properties rantai dan lingkungan

- Dimeter rantai 14 mm
- MBL (Grade 3) 164.73 kN
- Berat di udara 0.0043 ton/meter
- Berat di air 0.0037 ton/meter
- Kedalaman air 20 m
- Scope 4 (ratio panjang rantai dan kedalaman air)

Untuk melakukan simulasi, perlu diketahui arrangement dan konfigurasi mooring line terhadap buoy dan seabed. Berdasarkan dokumen drawing, untuk mempertahankan posisinya buoy didukung oleh 3 mooring line yang terpasang di bagian bawah dengan jarak sudut antar rantai 120 derajat. Lihat Tabel4



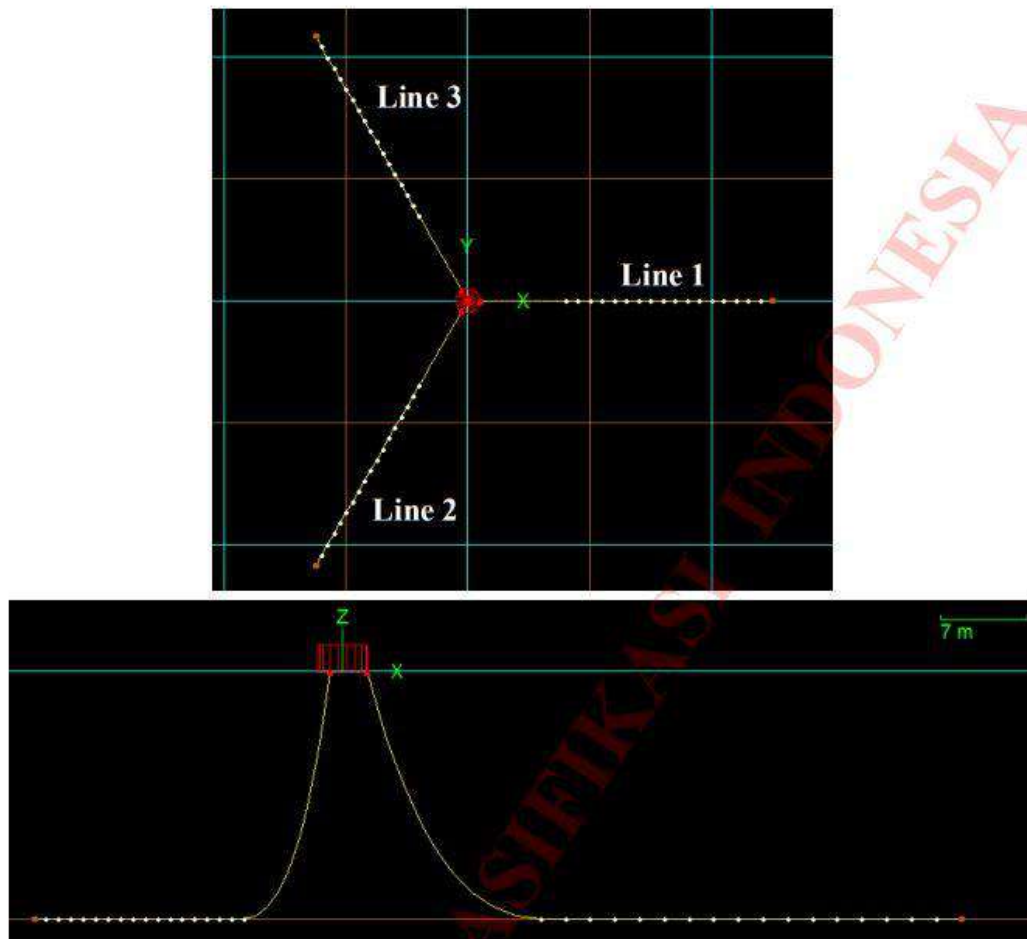
Gambar 8. Posisi rantai di buoy

Mooring line berkonfigurasi dengan tipe chine lantern, di mana sebagian dari panjang rantai bagian bawah berada pada posisi *lay down* di atas seabed. Tipe ini memberikan keuntungan untuk menambah gaya drag rantai akibat gesekan dengan seabed sehingga daya cengkram jangkar semakin besar.

Tabel.4 Koordinat titik ujung rantai (axis buoy x = 0, y=0)

No. rantai	at buoy		at anchor	
	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
Line 1	2	0	50	0
Line 2	-1	-1.73	-25	-43.3
Line 3	-1	1.73	-25	43.3

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
 Cap gambar, mengacu pada halaman pertama



Gambar 9. Model Chinese Lantern line

Setelah melakukan simulasi di peroleh pembebanan dari mooring line seperti ditunjukkan pada Tabel 5

Tabel 5. Tension maksimum pada rantai buoy.

Load Case		Max Tension [kN]			Max Tension [kN]		
		Extreme Environmental			Normal Operating		
		Line 1	Line 2	Line 3	Line 1	Line 2	Line 3
Collinier	Inline	8.26	0.89	0.82	4.540	0.539	0.501
	Between	4.37	4.12	0.76	2.452	2.315	0.468
Non-Collinier	Inline	6.98	2.89	0.65	2.849	1.240	0.279
	Between	5.78	3.86	0.71	2.359	1.657	0.305

Tension maksimum adalah 4.54 kN dan 8.25 kN pada normal dan extreme environmental condition. Kedua nilai tersebut dijadikan sebagai input untuk analisa kekuatan lokal bracket penahan mooring line.

F. IMPACT LOAD

Beban impact slamming untuk unit berbentuk silinder dapat dihitung menggunakan formulas sebagai berikut :

$$F_s = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_s \cdot D \cdot V^2$$

F_s	=	gaya slamming	= 1.318	kN/m	
C_s	=	Koefisien slamming	= 0.3		Untuk bentuk silinder
ρ	=	Density air laut	= 1.025	kN.s ² /m ⁴	
v	=	kecepatan relative Gerakan heave dari unit	= 1.464	m/s	Diperoleh dari hasil simulasi olah gerak

G. ACCIDENTAL LOAD

Beban impact akibat tubrukan dengan boat dapat dihitung menggunakan rumusan energi kinetic sebagai berikut :

$$E = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta \cdot V^2$$

E	=	Energi kinetik	= 76.86	kJ	
a	=	added mass	= 1.4		Tubrukan samping
Δ	=	Displacement kapal	= 6.5	ton	Boat 10 meter
v	=	Kecepatan kapal	= 4.11	m/s	8 knot

$$E = F \cdot s$$

F	=	Force	= 76.86	KN	
s	=	jarak initial tubrukan	= 1	m	

5. ACCEPTANCE CRITERIA

Tegangan ijin menurut BKI Rules for Structure Pt.5 Sec.3 D.1 secara prinsip dapat dituliskan sebagai berikut ;

$$\gamma_g \cdot \frac{\sigma}{R_{EH}} \leq 1$$

Di mana ;

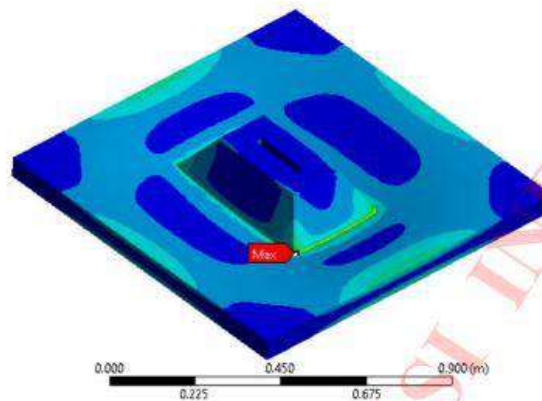
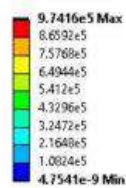
σ	=	Tegangan akibat reaksi pembebanan
R_{EH}	=	Minimum Yield Strength material
γ_g	=	safety factor

Desain bracket masih memenuhi Safety factor lebih besar dari persyaratan Rules BKI for Structure Part 5 Volume II

Kondisi Operating Load

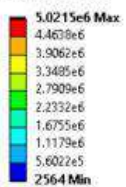
D: Static Structural

Equivalent Stress 2
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 27/09/2021 11:16



D: Static Structural

Equivalent Stress 3
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 27/09/2021 11:18

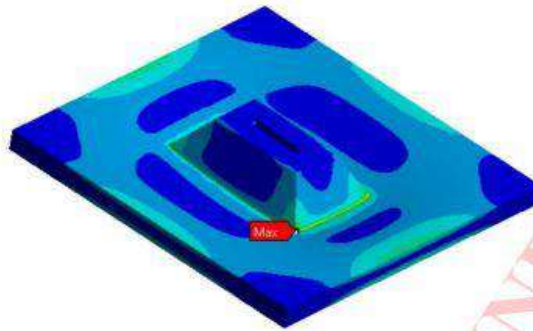
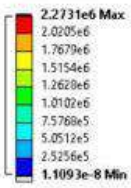


Gambar 10. Tegangan pada bracket

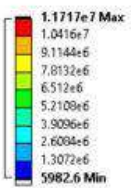
BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
 Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

Kondisi Extreme Environmental Load

D: Static Structural
 Equivalent Stress 2
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 27/09/2021 9:20



D: Static Structural
 Equivalent Stress 3
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 27/09/2021 9:37



Gambar 10. Tegangan pada bracket

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA

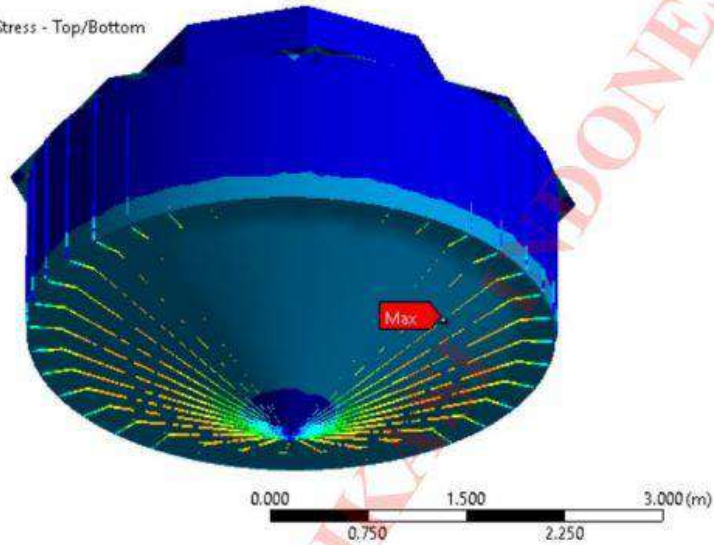
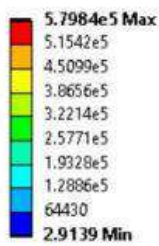
BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
 Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

Lampiran 1

1. Permanent Load

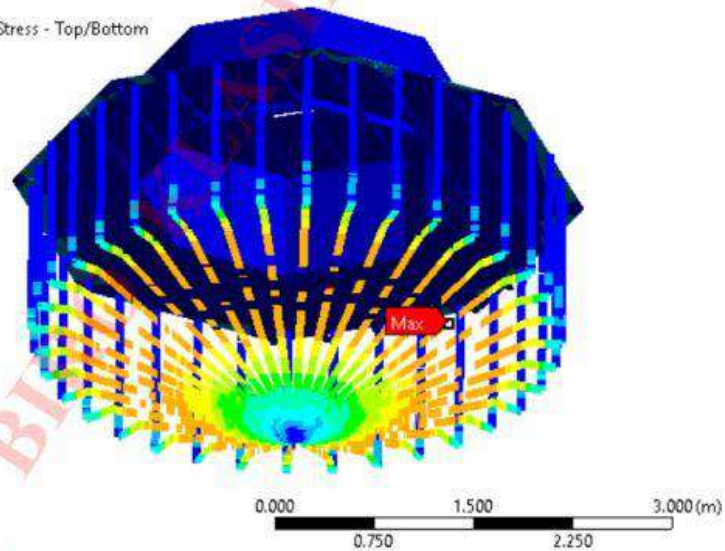
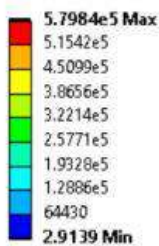
B: Static Structural

Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 23/09/2021 23:51



B: Static Structural

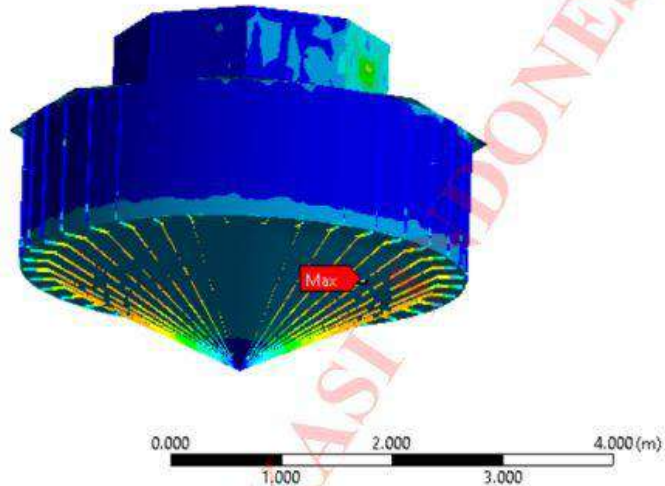
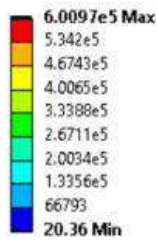
Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 23/09/2021 23:57



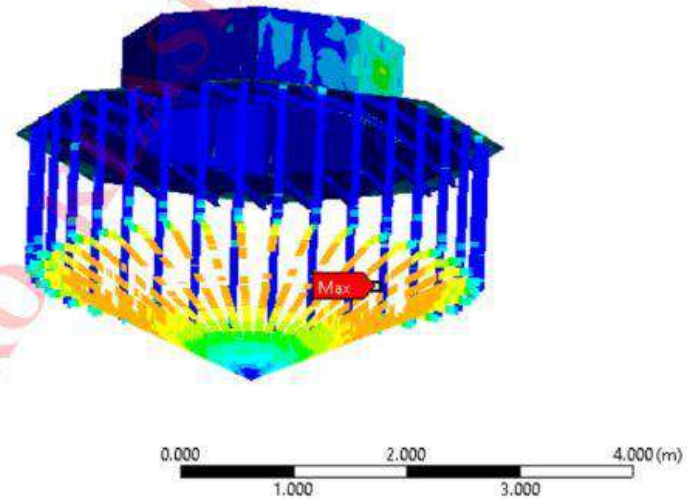
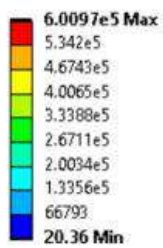
BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
 Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

2. OPERATING LOAD

B: Static Structural
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 24/09/2021 0:08



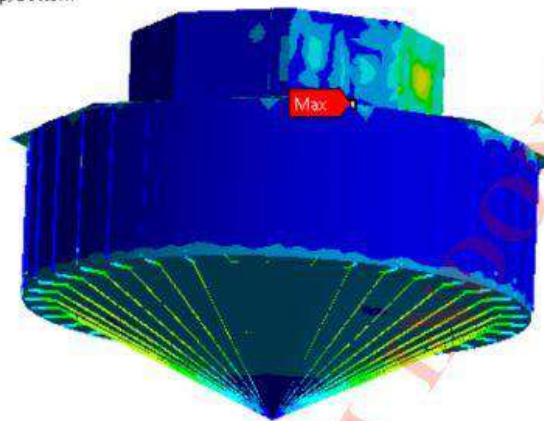
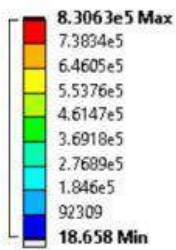
B: Static Structural
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 24/09/2021 0:12



3. EXTREME ENVIRONMENTAL LOAD

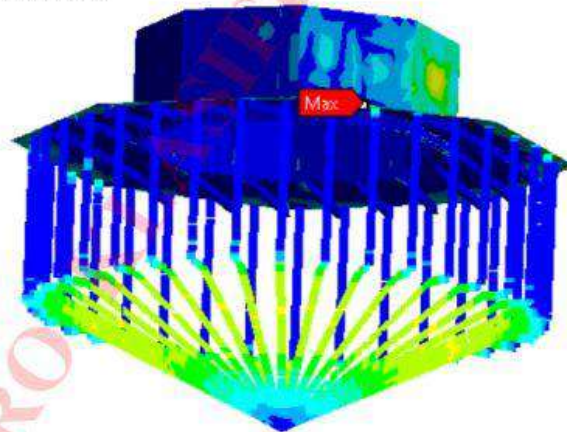
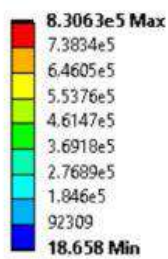
B: Static Structural

Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 24/09/2021 0:18



B: Static Structural

Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 24/09/2021 0:15

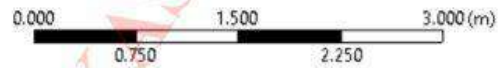
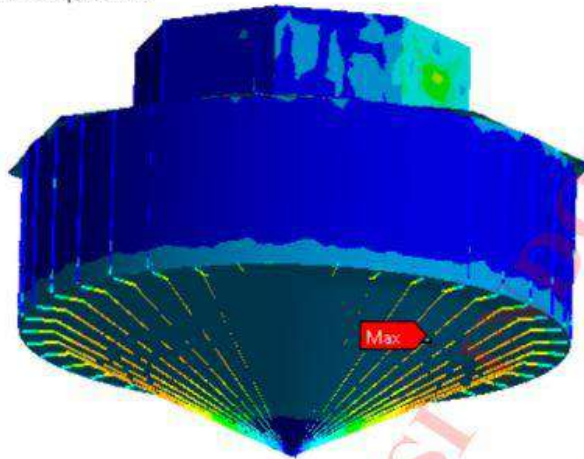
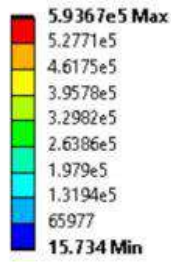


BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
 Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

4. TRANSPORTATION LOAD

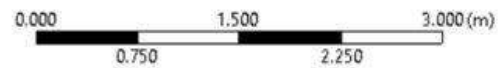
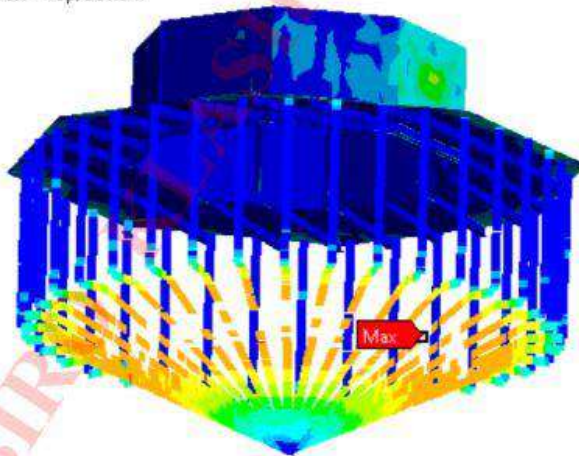
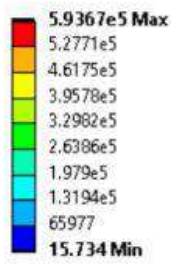
B: Static Structural

Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 24/09/2021 0:31



B: Static Structural

Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
 Unit: Pa
 Time: 1 s
 24/09/2021 0:32



Lampiran

1. Gaya tekan akibat olah gerak unit oleh gelombang (Normal oprating)

Freq (rad/s)	added mass (t/m)	Damping (t/m.s)	Stiffness (t/(m ³))	Wave Excitation (N/m ²)	Wave spectrum	Response spectrum	Simpson	Luas
1	2	3	4	5	6	7 (5x5x6)	8	9 (7 x 8)
0.4	0.026	0.002	0.611	1217.51	0.021	31128.789	1	31128.789
0.569	0.024	0.003	0.611	1213.44	1.863	2743149.448	4	10972597.794
0.738	0.022	0.006	0.611	1207.98	1.276	1861946.877	2	3723893.754
0.907	0.02	0.009	0.611	1201.13	0.547	789169.419	4	3156677.674
1.076	0.019	0.014	0.611	1192.94	0.269	382812.905	2	765625.809
1.244	0.018	0.018	0.611	1183.41	0.138	193263.700	4	773054.800
1.413	0.017	0.021	0.611	1172.59	0.076	104497.515	2	208995.031
1.582	0.016	0.022	0.611	1160.51	0.044	59258.370	4	237033.480
1.751	0.015	0.023	0.611	1147.21	0.027	35534.389	2	71068.778
1.92	0.014	0.024	0.611	1132.73	0.017	21812.390	4	87249.561
1.997	0.014	0.024	0.611	1125.71	0.014	17741.185	2	35482.370
2.075	0.014	0.024	0.611	1118.46	0.012	15011.406	4	60045.626
2.152	0.013	0.025	0.611	1110.98	0.01	12342.721	2	24685.442
2.23	0.013	0.025	0.611	1103.28	0.008	9737.726	4	38950.903
2.307	0.013	0.025	0.611	1095.35	0.007	8398.603	2	16797.205
2.385	0.013	0.026	0.611	1087.22	0.006	7092.284	4	28369.136
2.462	0.012	0.026	0.611	1078.88	0.005	5819.910	2	11639.821
2.54	0.012	0.026	0.611	1070.34	0.004	4582.502	4	18330.009
2.617	0.012	0.026	0.611	1061.60	0.004	4507.987	2	9015.973
2.695	0.012	0.027	0.611	1052.67	0.003	3324.368	4	13297.471
2.772	0.012	0.027	0.611	1043.56	0.003	3267.071	2	6534.142
2.85	0.011	0.027	0.611	1034.27	0.002	2139.441	4	8557.765
2.927	0.011	0.027	0.611	1024.81	0.002	2100.475	2	4200.950
3.004	0.011	0.027	0.611	1015.18	0.002	2061.189	4	8244.756
3.082	0.011	0.027	0.611	1005.39	0.002	2021.634	2	4043.268
3.159	0.011	0.027	0.611	995.45	0.001	990.923	4	3963.691
3.237	0.01	0.027	0.611	985.36	0.001	970.936	2	1941.873
3.314	0.01	0.027	0.611	975.13	0.001	950.877	4	3803.506
3.392	0.01	0.027	0.611	964.76	0.001	930.768	2	1861.535
3.469	0.01	0.027	0.611	954.27	0.001	910.626	4	3642.502
3.547	0.01	0.027	0.611	943.65	0.001	890.472	2	1780.943
3.624	0.009	0.027	0.611	932.91	0.001	870.329	4	3481.314
3.702	0.009	0.027	0.611	922.07	0.001	850.213	2	1700.426
3.779	0.009	0.026	0.611	911.12	0	0	4	0
3.857	0.009	0.026	0.611	900.08	0	0	2	0
3.934	0.009	0.026	0.611	888.94	0	0	4	0
4.011	0.009	0.026	0.611	877.73	0	0	2	0
4.089	0.009	0.025	0.611	866.43	0	0	4	0
4.166	0.008	0.025	0.611	855.06	0	0	2	0
4.244	0.008	0.025	0.611	843.63	0	0	4	0

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

Freq (rad/s)	added mass (t/m)	Damping (t/m.s)	Stiffness (t/(m ³))	Wave Excitation (N/m ²)	Wave spectrum	Response spectrum	Simpson	Luas
1	2	3	4	5	6	7 (5x5x6)	8	9 (7 x 8)
4.321	0.008	0.025	0.611	832.14	0	0	2	0
4.399	0.008	0.024	0.611	820.59	0	0	4	0
4.476	0.008	0.024	0.611	809.00	0	0	2	0
4.554	0.008	0.023	0.611	797.37	0	0	4	0
4.631	0.008	0.023	0.611	785.71	0	0	2	0
4.709	0.008	0.023	0.611	774.02	0	0	4	0
4.786	0.007	0.022	0.611	762.30	0	0	2	0
4.863	0.007	0.022	0.611	750.57	0	0	4	0
4.941	0.007	0.021	0.611	738.83	0	0	2	0
5.018	0.007	0.021	0.611	727.09	0	0	4	0
5.096	0.007	0.02	0.611	715.34	0	0	2	0
5.173	0.007	0.02	0.611	703.61	0	0	4	0
5.251	0.007	0.019	0.611	691.88	0	0	2	0
5.328	0.007	0.019	0.611	680.18	0	0	4	0
5.406	0.007	0.018	0.611	668.49	0	0	2	0
5.483	0.007	0.018	0.611	656.84	0	0	4	0
5.561	0.007	0.018	0.611	645.22	0	0	2	0
5.638	0.007	0.017	0.611	633.64	0	0	4	0
5.716	0.007	0.017	0.611	622.10	0	0	2	0
5.793	0.007	0.016	0.611	610.60	0	0	4	0
5.87	0.007	0.016	0.611	599.17	0	0	2	0
5.948	0.007	0.015	0.611	587.78	0	0	4	0
6.025	0.007	0.015	0.611	576.46	0	0	2	0
6.103	0.007	0.014	0.611	565.21	0	0	4	0
6.18	0.007	0.014	0.611	554.03	0	0	2	0
6.258	0.007	0.013	0.611	542.92	0	0	4	0
6.335	0.007	0.013	0.611	531.88	0	0	2	0
6.413	0.007	0.012	0.611	520.93	0	0	4	0
6.49	0.007	0.012	0.611	510.07	0	0	2	0
6.568	0.007	0.011	0.611	499.29	0	0	4	0
6.645	0.007	0.011	0.611	488.61	0	0	2	0
6.723	0.007	0.011	0.611	478.02	0	0	4	0
6.8	0.007	0.01	0.611	467.54	0	0	2	0
7.311	0.007	0.008	0.611	401.01	0	0	4	0
7.822	0.008	0.005	0.611	339.61	0	0	2	0
8.333	0.008	0.004	0.611	283.81	0	0	4	0
8.844	0.008	0.003	0.611	233.85	0	0	2	0
9.356	0.008	0.002	0.611	189.76	0	0	4	0
9.867	0.009	0.001	0.611	151.42	0	0	2	0
10.378	0.009	0.001	0.611	118.56	0	0	4	0
10.889	0.009	0	0.611	90.79	0	0	2	0
11.4	0.009	0	0.611	67.66	0	0	4	0
11.911	0.009	0	0.611	48.68	0	0	2	0

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

Freq (rad/s)	added mass (t/m)	Damping (t/m.s)	Stiffness (t/(m ³))	Wave Exitacion (N/m ²)	Wave spectrum	Response spectrum	Simpson	Luas
1	2	3	4	5	6	7 (5x5x6)	8	9 (7 x 8)
12.422	0.009	0	0.611	33.36	0	0	4	0
12.933	0.009	0	0.611	21.18	0	0	2	0
13.444	0.009	0	0.611	11.67	0	0	4	0
13.956	0.009	0	0.611	4.39	0	0	2	0
14.467	0.009	0	0.611	1.05	0	0	4	0
14.978	0.009	0	0.611	5.02	0	0	2	0
15.489	0.009	0	0.611	7.80	0	0	4	0
16	0.01	0	0.611	9.68	0	0	1	0
							Sum	20337696.1
							Luas Area	1145690.214
							Response	535.1845975

2. Gaya tekan akibat olah gerak unit oleh gelombang (Extreme Condition)

Freq (rad/s)	added mass (t/m)	Damping (t/m.s)	Stiffness (t/(m ³))	Wave Exitacion (N/m ²)	Wave spectrum	Response spectrum	Simpson	Luas
1	2	3	4	5	6	7 (5x5x6)	8	9 (7 x 8)
0.4	0.026	0.002	0.611	1217.51	0.038	56328.285	1	56328.285
0.569	0.024	0.003	0.611	1213.44	3.334	4909103.736	4	19636414.946
0.738	0.022	0.006	0.611	1207.98	2.297	3351796.220	2	6703592.440
0.907	0.02	0.009	0.611	1201.13	0.983	1418196.597	4	5672786.388
1.076	0.019	0.014	0.611	1192.94	0.483	687355.513	2	1374711.026
1.244	0.018	0.018	0.611	1183.41	0.249	348714.937	4	1394859.749
1.413	0.017	0.021	0.611	1172.59	0.136	186995.554	2	373991.108
1.582	0.016	0.022	0.611	1160.51	0.079	106395.710	4	425582.840
1.751	0.015	0.023	0.611	1147.21	0.048	63172.248	2	126344.495
1.92	0.014	0.024	0.611	1132.73	0.03	38492.454	4	153969.814
1.997	0.014	0.024	0.611	1125.71	0.025	31680.688	2	63361.375
2.075	0.014	0.024	0.611	1118.46	0.021	26269.961	4	105079.845
2.152	0.013	0.025	0.611	1110.98	0.017	20982.626	2	41965.252
2.23	0.013	0.025	0.611	1103.28	0.014	17041.020	4	68164.081
2.307	0.013	0.025	0.611	1095.35	0.012	14397.605	2	28795.209
2.385	0.013	0.026	0.611	1087.22	0.01	11820.473	4	47281.893
2.462	0.012	0.026	0.611	1078.88	0.009	10475.838	2	20951.677
2.54	0.012	0.026	0.611	1070.34	0.008	9165.005	4	36660.018
2.617	0.012	0.026	0.611	1061.60	0.007	7888.977	2	15777.954
2.695	0.012	0.027	0.611	1052.67	0.006	6648.735	4	26594.941
2.772	0.012	0.027	0.611	1043.56	0.005	5445.119	2	10890.237
2.85	0.011	0.027	0.611	1034.27	0.004	4278.883	4	17115.530
2.927	0.011	0.027	0.611	1024.81	0.004	4200.950	2	8401.901
3.004	0.011	0.027	0.611	1015.18	0.003	3091.783	4	12367.134

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
 Cap gambar, mengacu pada halaman pertama


Freq (rad/s)	added mass (t/m)	Damping (t/m.s)	Stiffness (t/(m ³))	Wave Excitacion (N/m ²)	Wave spectrum	Response spectrum	Simpson	Luas
1	2	3	4	5	6	7 (5x5x6)	8	9 (7 x 8)
3.082	0.011	0.027	0.611	1005.39	0.003	3032.451	2	6064.903
3.159	0.011	0.027	0.611	995.45	0.003	2972.768	4	11891.072
3.237	0.01	0.027	0.611	985.36	0.002	1941.873	2	3883.745
3.314	0.01	0.027	0.611	975.13	0.002	1901.753	4	7607.013
3.392	0.01	0.027	0.611	964.76	0.002	1861.535	2	3723.071
3.469	0.01	0.027	0.611	954.27	0.002	1821.251	4	7285.004
3.547	0.01	0.027	0.611	943.65	0.001	890.472	2	1780.943
3.624	0.009	0.027	0.611	932.91	0.001	870.329	4	3481.314
3.702	0.009	0.027	0.611	922.07	0.001	850.213	2	1700.426
3.779	0.009	0.026	0.611	911.12	0.001	830.145	4	3320.580
3.857	0.009	0.026	0.611	900.08	0	0	2	0
3.934	0.009	0.026	0.611	888.94	0	0	4	0
4.011	0.009	0.026	0.611	877.73	0	0	2	0
4.089	0.009	0.025	0.611	866.43	0	0	4	0
4.166	0.008	0.025	0.611	855.06	0	0	2	0
4.244	0.008	0.025	0.611	843.63	0	0	4	0
4.321	0.008	0.025	0.611	832.14	0	0	2	0
4.399	0.008	0.024	0.611	820.59	0	0	4	0
4.476	0.008	0.024	0.611	809.00	0	0	2	0
4.554	0.008	0.023	0.611	797.37	0	0	4	0
4.631	0.008	0.023	0.611	785.71	0	0	2	0
4.709	0.008	0.023	0.611	774.02	0	0	4	0
4.786	0.007	0.022	0.611	762.30	0	0	2	0
4.863	0.007	0.022	0.611	750.57	0	0	4	0
4.941	0.007	0.021	0.611	738.83	0	0	2	0
5.018	0.007	0.021	0.611	727.09	0	0	4	0
5.096	0.007	0.02	0.611	715.34	0	0	2	0
5.173	0.007	0.02	0.611	703.61	0	0	4	0
5.251	0.007	0.019	0.611	691.88	0	0	2	0
5.328	0.007	0.019	0.611	680.18	0	0	4	0
5.406	0.007	0.018	0.611	668.49	0	0	2	0
5.483	0.007	0.018	0.611	656.84	0	0	4	0
5.561	0.007	0.018	0.611	645.22	0	0	2	0
5.638	0.007	0.017	0.611	633.64	0	0	4	0
5.716	0.007	0.017	0.611	622.10	0	0	2	0
5.793	0.007	0.016	0.611	610.60	0	0	4	0
5.87	0.007	0.016	0.611	599.17	0	0	2	0
5.948	0.007	0.015	0.611	587.78	0	0	4	0
6.025	0.007	0.015	0.611	576.46	0	0	2	0
6.103	0.007	0.014	0.611	565.21	0	0	4	0
6.18	0.007	0.014	0.611	554.03	0	0	2	0
6.258	0.007	0.013	0.611	542.92	0	0	4	0
6.335	0.007	0.013	0.611	531.88	0	0	2	0


BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
 Stamped drawing, refer to 1st page
Cap gambar, mengacu pada halaman pertama

Freq (rad/s)	added mass (t/m)	Damping (t/m.s)	Stiffness (t/(m ³))	Wave Excitation (N/m ²)	Wave spectrum	Response spectrum	Simpson	Luas
1	2	3	4	5	6	7 (5x5x6)	8	9 (7 x 8)
6.413	0.007	0.012	0.611	520.93	0	0	4	0
6.49	0.007	0.012	0.611	510.07	0	0	2	0
6.568	0.007	0.011	0.611	499.29	0	0	4	0
6.645	0.007	0.011	0.611	488.61	0	0	2	0
6.723	0.007	0.011	0.611	478.02	0	0	4	0
6.8	0.007	0.01	0.611	467.54	0	0	2	0
7.311	0.007	0.008	0.611	401.01	0	0	4	0
7.822	0.008	0.005	0.611	339.61	0	0	2	0
8.333	0.008	0.004	0.611	283.81	0	0	4	0
8.844	0.008	0.003	0.611	233.85	0	0	2	0
9.356	0.008	0.002	0.611	189.76	0	0	4	0
9.867	0.009	0.001	0.611	151.42	0	0	2	0
10.378	0.009	0.001	0.611	118.56	0	0	4	0
10.889	0.009	0	0.611	90.79	0	0	2	0
11.4	0.009	0	0.611	67.66	0	0	4	0
11.911	0.009	0	0.611	48.68	0	0	2	0
12.422	0.009	0	0.611	33.36	0	0	4	0
12.933	0.009	0	0.611	21.18	0	0	2	0
13.444	0.009	0	0.611	11.67	0	0	4	0
13.956	0.009	0	0.611	4.39	0	0	2	0
14.467	0.009	0	0.611	1.05	0	0	4	0
14.978	0.009	0	0.611	5.02	0	0	2	0
15.489	0.009	0	0.611	7.80	0	0	4	0
16	0.01	0	0.611	9.68	0	0	1	0
								36472726.21
							Luas Area	2054630.243
							Response	716.69



Lampiran 12. Hasil Analisis FECABS dari ITS

		<p style="text-align: center;"> INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LABORATORIUM HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT JL. HIDRODINAMIKA 1 KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA PHONE: (031) 5954020 </p>					
<p> RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT </p>							
0	07/9/2021	Issued for review	NR	MJT			
REV	TGL	KETERANGAN	OLEH	DIPERIKSA	DIPERIKSA	DISETUJUI	DISETUJUI

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Penelitian terhadap Autonomous Concrete Buoy dari aspek Hidrodinamika dan Kinerja Sistem Tambat dapat diselesaikan.

Penelitian ini merupakan kerjasama antara Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dalam ini dilakukan oleh Laboratorium Hidrodinamika Bangunan laut Departemen Teknik Kelautan dengan Universitas Pertahanan, didasarkan ada surat dari Rektor Unhan B/231/III/2021 tanggal 22 maret 2021, sehubungan dengan Program Ilmu Pertahanan Koentrasi Pertahanan atas nama Taufik Dwicahyono NIM 220190201019 dengan tema Rancang Bangun Ferrocement Autonomus Buoy System. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas keamanan maritime dalam rangka menjaga kedaulatan Negara. Dalam penelitian di Laboratorium Hidrodinamika Bangunan Laut dilakukan kajian terhadap kinerja hidrodinamika terkait dengan stabilitas dan olah gerak serta kinerja sistem tambat.


Demikian Laporan ini kami buat, sebagai rangkuman dari hasil analisis numerik dari Ferrocement Autonomus Buoy System tersebut, semoga dapat menjadi masukan dan mendukung kegiatan penelitian terhadap Ferrocement Autonomus Buoy System tersebut.

Atas kerjasama semua pihak disampaikan terimakasih.

Surabaya, 07 September 2021
Lab. Hidrodinamika Bangunan Laut




Ir. Murdjito, MSc.Eng
Kepala Laboratorium

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	


DAFTAR ISI

DAFTAR ISI -----	3
DAFTAR GAMBAR -----	4
DAFTAR TABEL -----	5
1. Latar Belakang -----	6
2. Skope Pekerjaan -----	6
3. Rencana Lokasi Penempatan Buoy -----	7
4. Referensi Standar -----	7
5. Dimensi Buoy -----	8
6. Analisa Stabilitas -----	9
7. Analisa Hidrodinamis -----	13
8. Analisa Sistem Tambat -----	15
8.1 Model sistem tambat -----	15
8.2 Sistem tambat dengan rantai (chain) -----	17
8.3 Sistem Tambat dengan tali baja (wire rope) -----	18
9. Sistem jangkar -----	19
10. Kesimpulan dan Rekomendasi -----	19

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rencana Lokasi Studi	7
Gambar 2. Gambar Rencana Umum Autonomous Ferrocement Buoy	8
Gambar 3. Rencana Sistem Tambat Autonomous Ferrocement Buoy	9
Gambar 4. Pemodelan Bouy pada MaxSurf	10
Gambar 5. Grafik Stabilitas Bouy	11
Gambar 6. Model Olah Gerak Bouy dalam terapung bebas	13
Gambar 7. RAO Bouy dalam terapung bebas	14
Gambar 8. Nilai masa tambah Bouy	15
Gambar 9. Nilai hydrodynamic damping Bouy	15
Gambar 10. Model Sistem Tambat Bouy dengan pembebanan Between Line dan In-Line	16

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Distribusi berat dan perhitungan titik berat Buoy	10
Tabel 2. Hasil perhitungan intact stability buoy 0° sd 90°	11
Tabel 3. Hasil perhitungan intact stability buoy 100° sd 180°	12
Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Stabilitas Buoy sesuai dengan kriteria SOLAS	12
Tabel 5. Data Lingkungan 100 tahunan Selat Sunda	17
Tabel 6. Spesifikasi rantai	17
Tabel 7. Nilai Olah Gerak Bouy Tertambat dengan Tali Tambat Rantai	17
Tabel 8. Nilai Tegangan Tali Tambat dengan rantai untuk kedalaman 450 m	18
Tabel 9. Spesifikasi Tali Baja (wire rope)	18
Tabel 10. Nilai Olah Gerak Bouy Tertambat dengan Tali Tambat Baja (wire rope)	19
Tabel 11. Nilai Tegangan Tali Tambat dengan tali baja (wire rope) untuk kedalaman 1000 m	19

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	

1. Latar Belakang

Buoy adalah penanda yang diletakkan di laut sebagai penanda untuk berbagai aktivitas seperti untuk early warning system tsunami, untuk tambatan kapal (mooring buoy), sebagai autonomous system untuk pemantau kondisi sekitar area, dan lain sebagainya. *Autonomous buoy* direncanakan terbuat dari konstruksi ferrocement dilengkapi dengan berbagai fasilitas seperti radar dibagian atas dan echosounder dibagian bawah untuk memantau fasilitas yang ada dibawah air.

Rencana Autonomous buoy dilengkapi dengan tali tambat dan diletakkan di dasar laut dengan *sinker*. *Sinker* dihubungkan dengan *buoy* menggunakan tali tambat yang dapat berupa rantau maupun steel wire dan *shackle*. Panjang rantai yang terpasang adalah di sesuaikan dengan kedalaman laut di daerah tempat buoy dipasang. Hal ini bertujuan agar *buoy* tetap berada di radius yang ditentukan dan apabila pasang surut air laut terjadi, *buoy* tetap berada di permukaan air.

Pada bagian atas *buoy* terdapat bagian yang menjorok ke atas yang ditujukan sebagai tempat peletakkan sistem radar.

Pada kajian ini dilakukan analisis numeric untuk meninjau stabilitas buoy, olah gerak dan sistem tambat. Lokasi perairan yang diambil adalah perairan selat Sunda sebagai studi kasus, dengan pertimbangan kedalaman laut yang cukup dalam dan daerah yang cukup pada lalu lintas kapal karena sebagai bagian dari salah satu Alur Laut Kawasan Internasional (ALKI) yang ada di Indonesia.

Tujuan kajian ini adalah untuk meninjau stabilitas, olah gerak dan sistem tambat dari buoy tersebut dengan pendekatan numeris.

2. Skope Pekerjaan

Skope kajian ini meliputi :

a. Analisa Stabilitas

Analisis stabilitas disini mengacu pada kriteria *IMO A.749 "Intact Stability for All Types of Ships"* adalah sebagai berikut :

- Luasan di bawah kurva GZ sampai dengan sudut oleng $\theta = 30^\circ > 0.055 \text{ m.rad}$
- Luasan di bawah kurva GZ sampai dengan sudut oleng $\theta = 40^\circ > 0.09 \text{ m.rad}$
- Luasan di bawah kurva GZ antara sudut $30^\circ < \theta < 40^\circ$ harus lebih dari 0.03 m.rad
- Lengan GZ minimal pada sudut oleng $\theta = 30^\circ$ harus lebih dari 0.2 m
- Maksimum harga kurva GZ harus terjadi pada sudut lebih dari 30° tetapi tidak kurang dari 25° .
- Tinggi metrasentra awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 m

Selain parameter diatas, IMO juga menyaratkan perhitungan stabilitas akibat beban angin. Angin akan mengakibatkan terjadinya steady heel pada kapal sehingga stabilitasnya perlu untuk ditinjau kembali. Sehingga kriteria yang diberikan oleh IMO adalah

- Sudut steady heel akibat beban angin $< 16^\circ$

b. Analisis Olah Gerak

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
				Issued	IFA

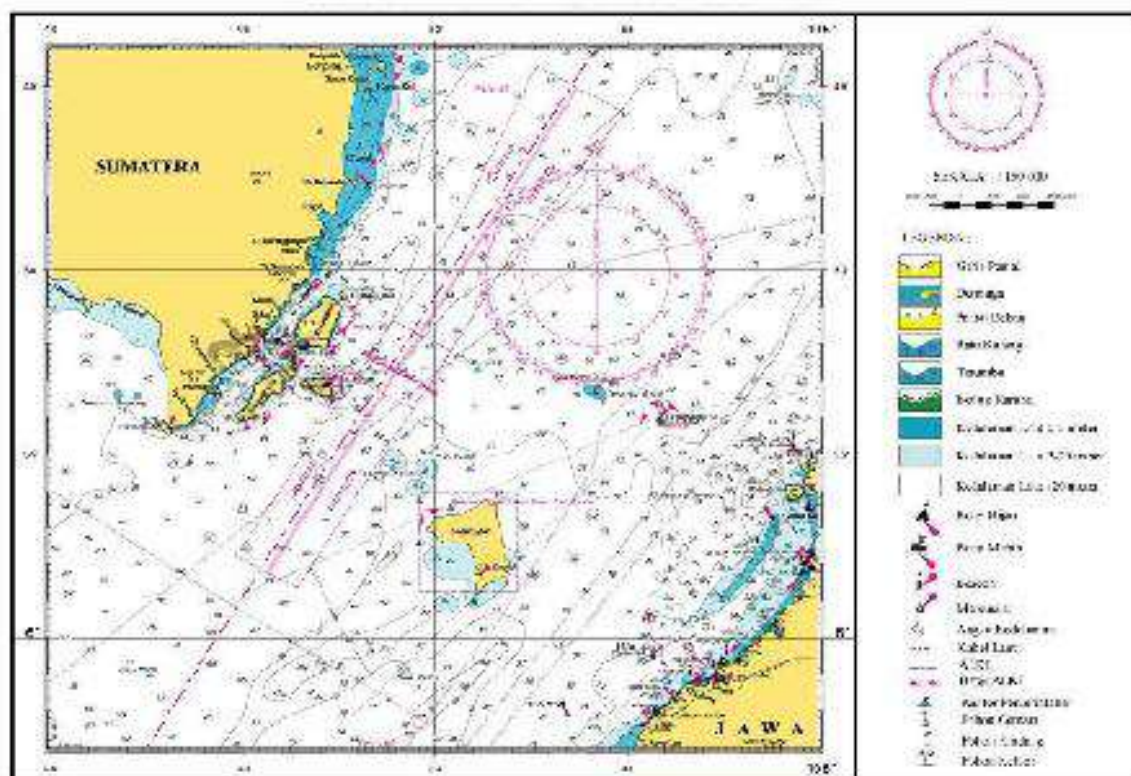
Analisis olah gerak ini dilakukan pada kondisi tertambat untuk mengetahui besarnya gerakan buoy secara translasi dan rotasi, dari arah lingkungan inline terhadap sistem tambat dan arah beban lingkungan between line dari sistem tambat.

c. Analisis sistem tambat

Analisis dilakukan terhadap dua sistem tambat yakni dengan rantai dan dengan steel wire rope. Skenario yang dilakukan sesuai dengan desain yang ada yakni dengan tiga tali tambat dengan konfigurasi simetris dengan sistem taut. Hasil yang akan didapatkan berupa kedalaman maximum yang dimungkinkan berdasarkan kriteria stabilitas, tegangan tali dan pergeseran dari buoy dari koordinat kesetimbangannya.

3. Rencana Lokasi Penempatan Buoy

Rencana lokasi penempatan autonomus buoy ditempatkan di selat Sunda.



Gambar 1. Rencana Lokasi Studi

4. Referensi Standar

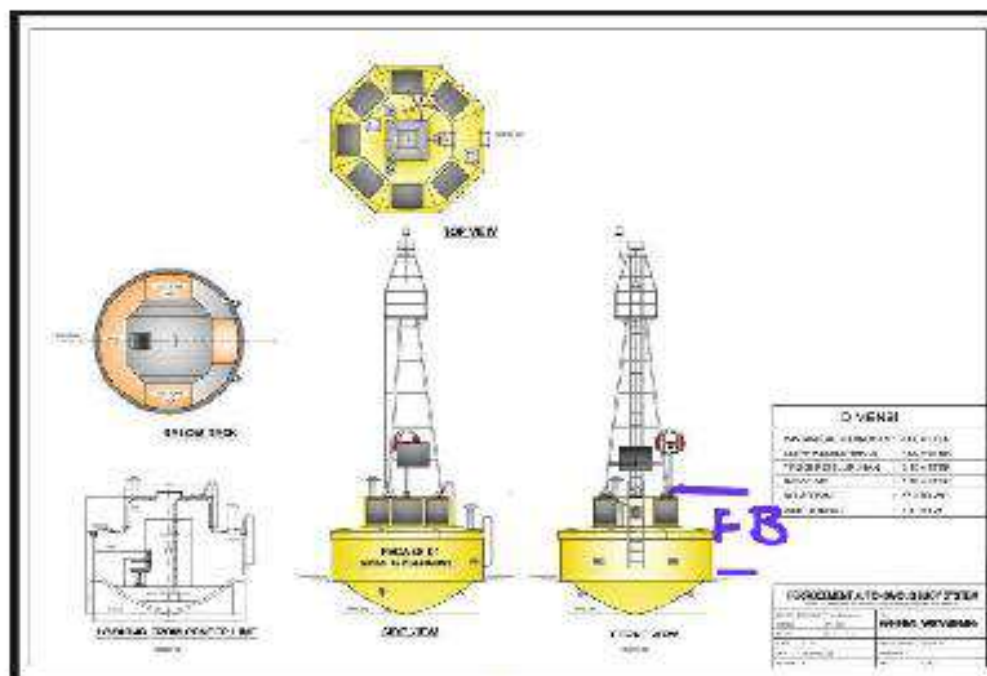
1. International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) : IALA Maritime Buoyage System, edition 1.0 2007
2. International Marine, Aids to Navigation, 1988

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
		Issued	IFA	Rev. 0	Hal 8 of 20

3. SNI 6880, Spesifikasi Beton Struktural, 2016
4. ABS: Criteria for Building and Classing Floating Production Installations, June 2000
5. API RP 2SK: Recommended Practice for Design and Analysis of station keeping system for Floating Structures, March 1997
6. DNV: DNV - OS - E301, Position Mooring, June 2001

5. Dimensi Buoy

Dimensi buoy dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:




Gambar 2. Gambar Rencana Umum Autonomous Ferrocement Buoy

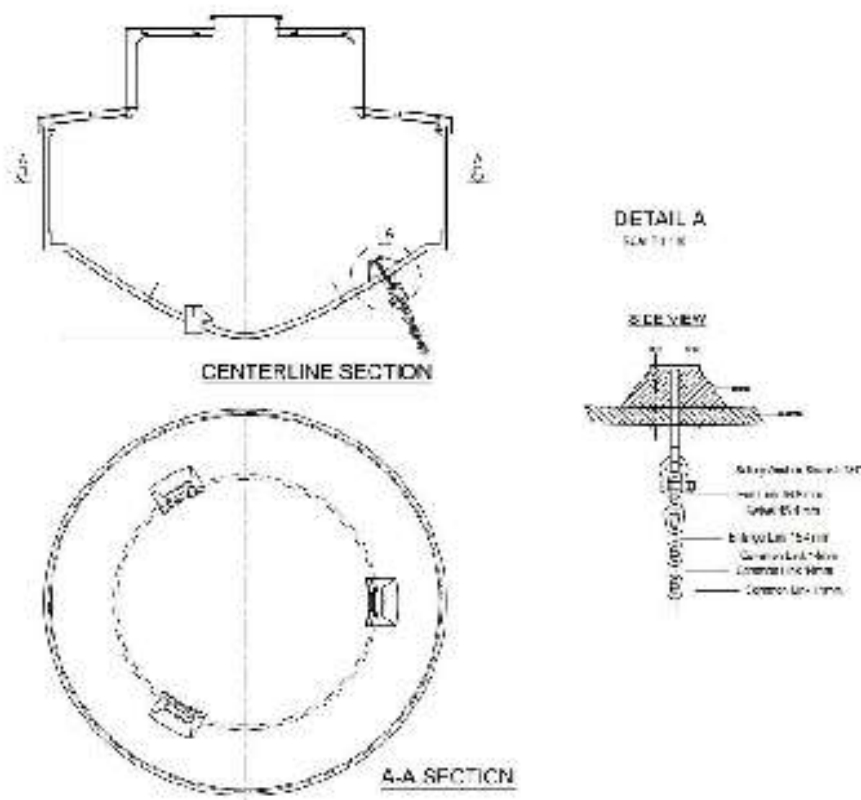
Dimensi utama dari buoy adalah sebagai berikut:

- Diameter buoy : 4.0 m
- Tinggi buoy : 3.15 m
- Sarat air : 1.10 m
- Solar panel : 17x80 WP
- Wind turbine : 1x300 W
- Material : ferrocement

Autonomus buoy dilengkapi dengan solar panel dan windturbine sebagai sumber listrik sistem pada buoy. Buoy dilengkapi dengan sistem radar untuk menangkap obyek yang ada di permukaan air serta dilengkapi dengan sistem sonar untuk menangkap obyek yang berada di bawah air. Sistem dilengkapi dengan peralatan elektronis yang terhubung secara online dengan sistem monitor yang ada di darat.

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
				Issued	IFA


Bouy memiliki 3 sistem tali tambat secara simetris dengan ukuran sebagai berikut seperti terlihat pada gambar berikut ini:

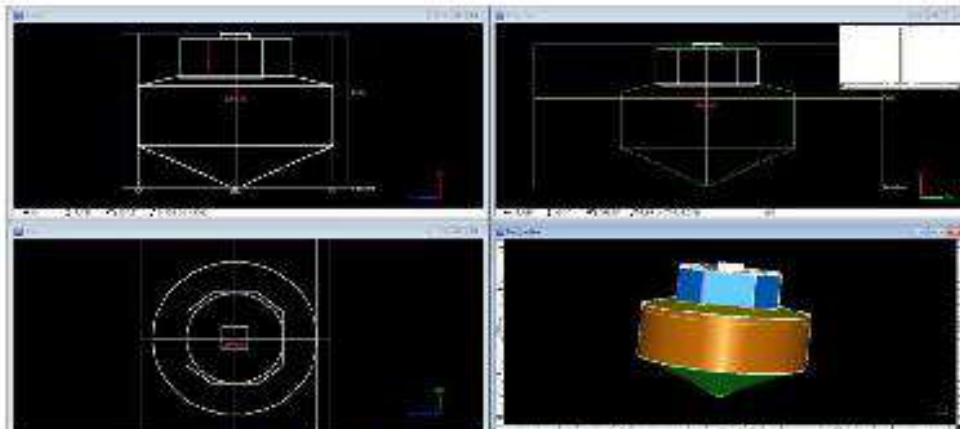


Gambar 3. Rencana Sistem Tambat Autonomous Ferrocement Buoy

6. Analisa Stabilitas

Analisis stabilitas dilakukan dengan MaxSurf Stability yang kemudian akan divalidasi dengan Criteria SOLAS apakah stabilitas dari Buoy memenuhi standar yang disarankan. Analisis stabilitas dilakukan terhadap kriteria stabilitas yang telah ditetapkan oleh SOLAS untuk intact stability. Sedangkan analisis stabilitas untuk kondisi damage stability tidak bisa dilakukan karena struktur buoy hanya terdiri atas satu compartment, sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan analisis stabilitas untuk damage stability. Model buoy dengan software Maxurf Stability dapat dilihat pada gambar berikut ini.

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
		Issued	IFA	Rev. 0	Hal 10 of 20



Gambar 4. Pemodelan Bouy pada MaxSurf

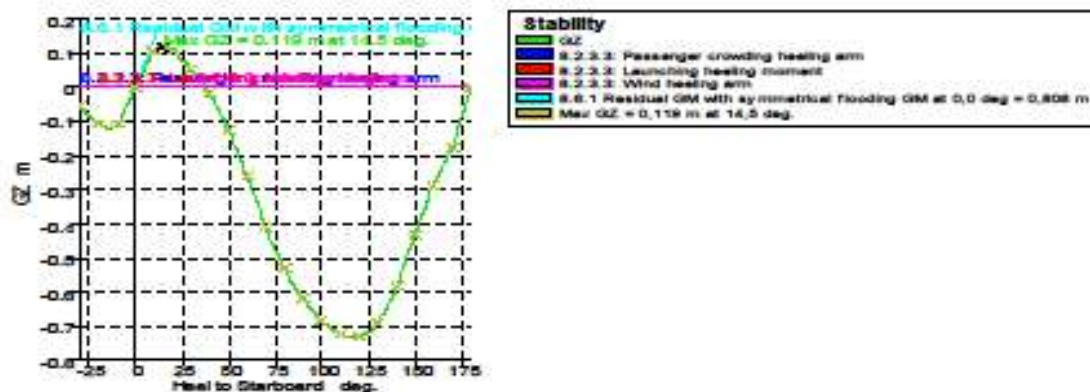
Distribusi berat dari buoy dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 1. Distribusi berat dan perhitungan titik berat Bouy

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm M	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Weight	1	4,810	4,810			0,000	0,000	0,193	0,000	User Specified
Total Loadcase			4,810	0,000	0,000	0,000	0,000	0,193	0,000	
FS correction								0,000		
VCG fluid								0,193		

Hasil analisis intact stability dari buoy dapat dilihat sebagai berikut.


		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
		Issued	IFA	Rev. 0	Hal 11 of 20



Gambar 5. Grafik Stabilitas Bouy

Tabel 2. Hasil perhitungan intact stability buoy 0° sd 90°

Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,000	0,107	0,107	0,054	-0,018	-0,123	-0,259	-0,409	-0,531	-0,620
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0,0000	0,5979	1,7471	2,5692	2,7640	2,0883	0,2017	-3,1489	-7,8806	-13,6614
Displacement t	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810
Draft at FP m	1,004	0,994	0,942	0,846	0,690	0,456	0,085	-0,640	-2,899	n/a
Draft at AP m	1,004	0,994	0,942	0,846	0,690	0,456	0,085	-0,640	-2,899	n/a
WL Length m	3,920	3,920	3,920	3,914	3,886	3,843	3,795	3,744	3,669	3,557
Beam max extents on WL m	3,810	3,490	3,226	3,130	3,008	2,771	2,646	2,494	2,879	2,722
Wetted Area m ²	12,861	12,194	11,501	11,327	11,107	11,012	10,959	11,066	11,853	11,744
Waterpl. Area m ²	11,414	10,404	9,360	8,968	8,559	7,860	7,318	6,998	7,557	7,143
Prismatic coeff. (Cp)	0,568	0,566	0,563	0,560	0,561	0,576	0,599	0,624	0,631	0,637
Block coeff. (Cb)	0,313	0,351	0,419	0,423	0,377	0,375	0,376	0,398	0,365	0,438
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Max deck inclination deg	0,0000	10,0000	20,0000	30,0000	40,0000	50,0000	60,0000	70,0000	80,0000	90,0000

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
		Issued	IFA	Rev. 0	Hal 12 of 20

Tabel 3. Hasil perhitungan intact stability buoy 100° sd 180°

Heel to Starboard deg	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
GZ m	-0,682	-0,723	-0,731	-0,688	-0,584	-0,428	-0,288	-0,172	0,000
Area under GZ curve from zero heel m.deg	-20,1929	-27,2429	-34,5471	-41,6871	-48,1046	-53,1848	-56,7311	-59,0502	-59,9527
Displacement t	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810	4,810
Draft at FP m	-6,267	-3,955	-3,175	-2,777	-2,540	-2,405	-2,311	-2,230	-2,179
Draft at AP m	-6,267	-3,955	-3,175	-2,777	-2,540	-2,405	-2,311	-2,230	-2,179
WL Length m	3,621	3,677	3,723	3,767	3,799	3,810	3,810	3,804	3,687
Beam max extents on WL m	2,657	2,821	2,946	3,063	3,356	3,509	3,734	3,086	3,585
Wetted Area m ²	12,154	11,995	12,092	12,340	12,483	12,678	12,664	12,881	14,504
Waterpl. Area m ²	7,597	7,700	7,926	8,347	8,840	8,882	8,355	8,362	10,365
Prismatic coeff. (Cp)	0,623	0,608	0,588	0,568	0,563	0,559	0,550	0,544	0,560
Block coeff. (Cb)	0,420	0,386	0,376	0,376	0,316	0,298	0,334	0,376	0,337
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Max deck inclination deg	100,0000	110,0000	120,0000	130,0000	140,0000	150,0000	160,0000	170,0000	180,0000

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Stabilitas Buoy sesuai dengan kriteria SOLAS

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
SOLAS, II-1/B	8.2.3.1: Range of residual positive stability	15,0	deg	37,8	Pass	+151,69
SOLAS, II-1/B	8.2.3.2: Area under residual GZ curve	0,8594	m.deg	1,9527	Pass	+127,21
	8.2.3.3: Launching heeling moment	0,040	m	0,119	Pass	+197,50
	8.2.3.3: Wind heeling arm	0,040	m	0,119	Pass	+197,50
SOLAS, II-1/B	8.2.3.3: Maximum residual GZ	0,100	m	0,119	Pass	+19,00
SOLAS, II-1/B	8.2.4.a Maximum GZ (intermediate stages)	0,050	m	0,119	Pass	+138,00
SOLAS, II-1/B	8.2.4.b Range of positive stability (intermediate stages)	7,0	deg	37,8	Pass	+439,33

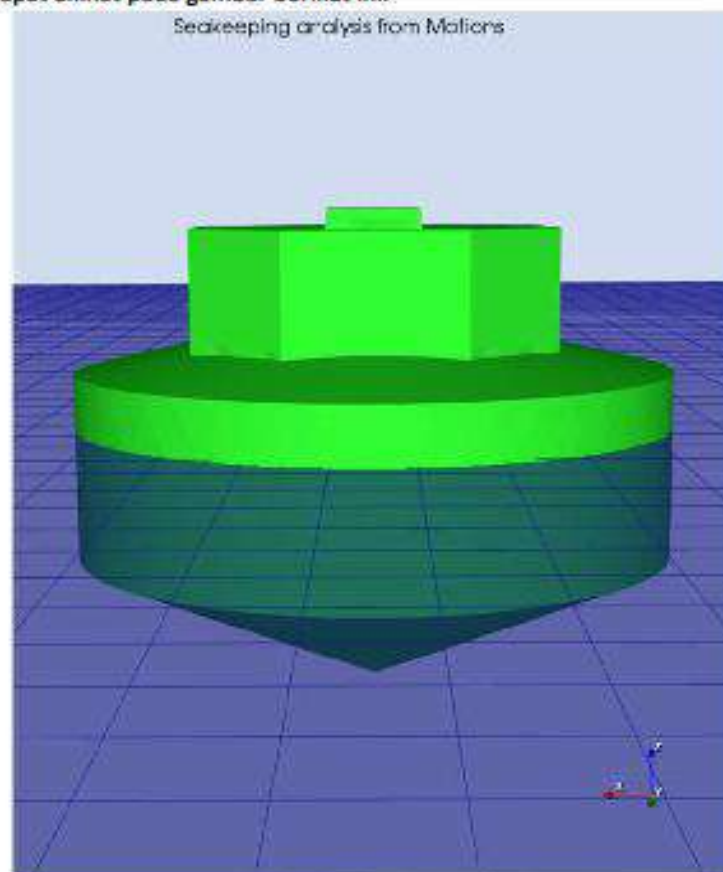
		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
				Issued	IFA

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
SOLAS, II-1/B	8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding	0,050	m	0,808	Pass	+1516,00
SOLAS, II-1/B	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding - GZ based	7,0	deg	0,0	Pass	+100,00

Dari tabel 4 diatas diketahui bahwa sesuai dengan kriteria intact stability SOLAS maka bouy telah memenuhi kriteria stabilitas.

7. Analisa Hidrodinamis

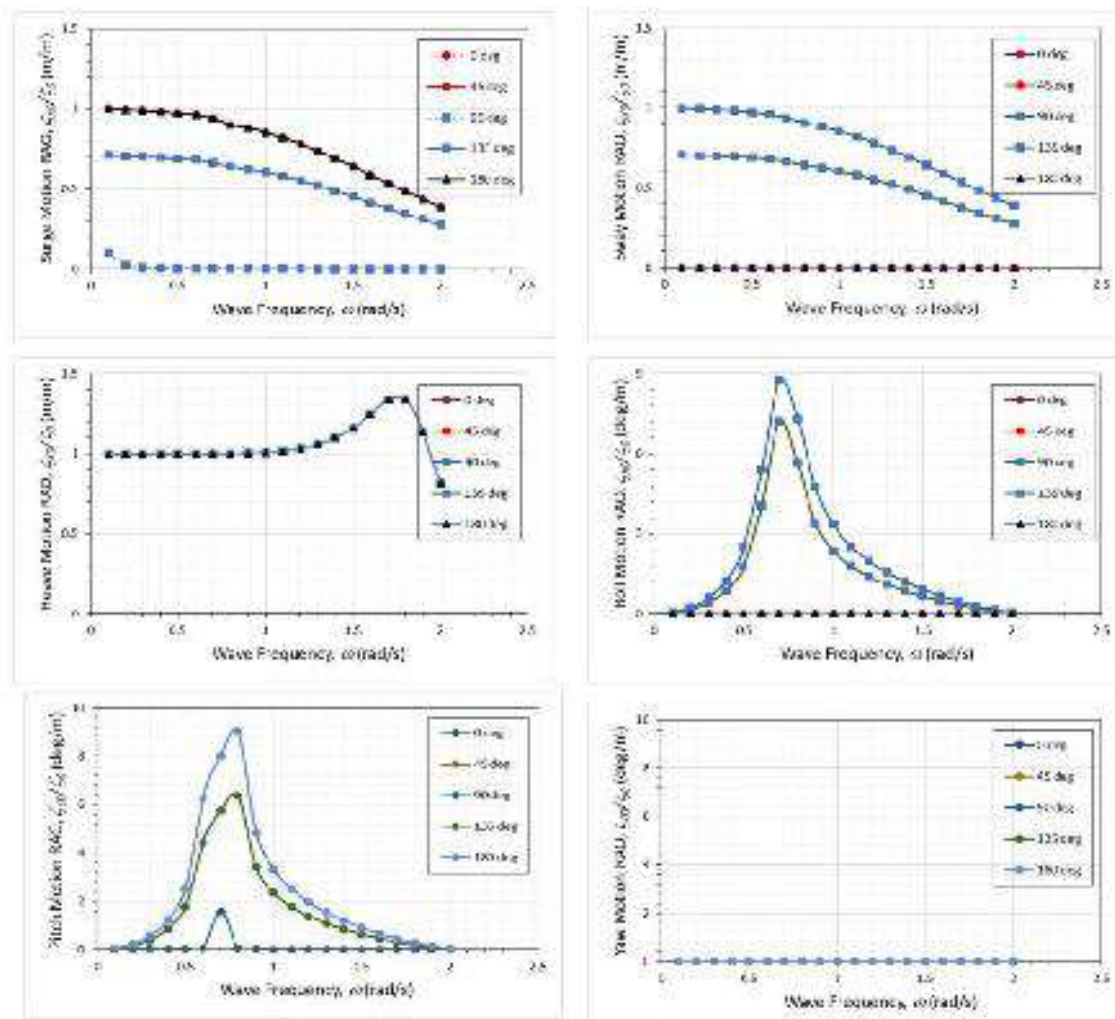
Analisa hidrodinamis menggunakan software MOSES. Gambar model bouy dalam posisi gerak bebas (free floating) dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Model Olah Gerak Bouy dalam terapung bebas

Respos gerak bouy dalam enam resnpons gerak di gelombang regular berupa RAO dapat dilihat pada gambar berikut ini.

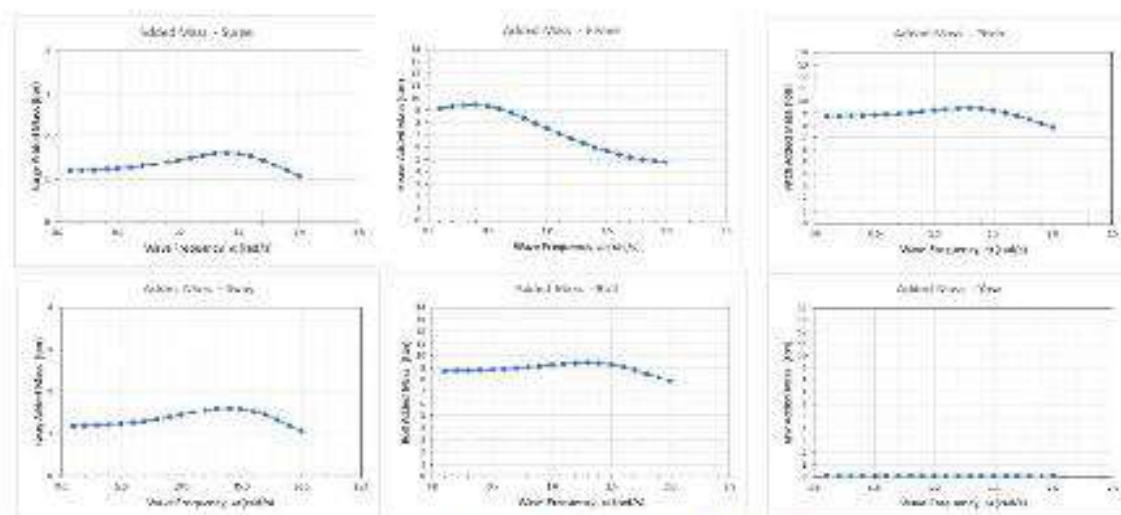
		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	



Gambar 7. RAO Bouy dalam terapan bebas

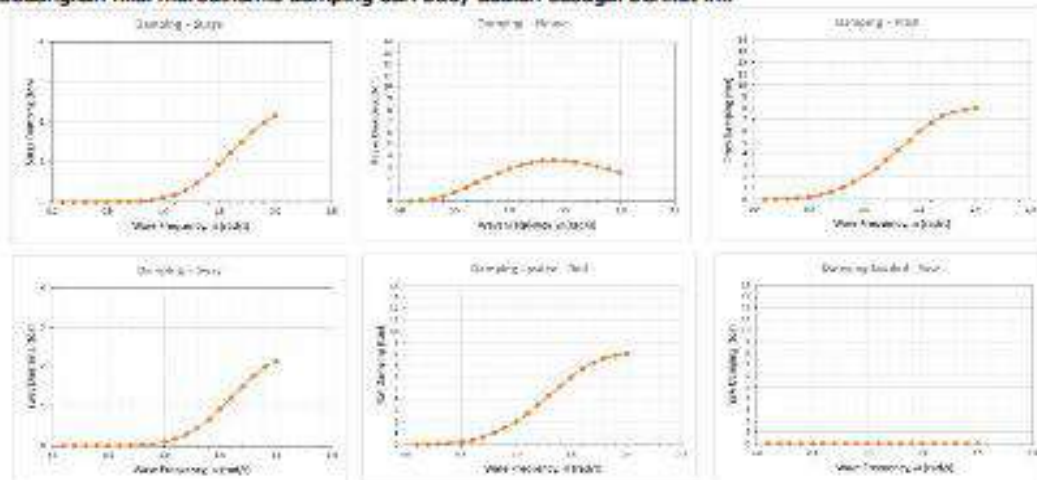
Nilai masa tambah dan damping buoy dapat dilihat pada gambar berikut ini:

	RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
	Issued	IFA	Rev. 0	Hal 15 of 20



Gambar 8. Nilai masa tambah Bouy

Sedangkan nilai hidrodinamis damping dari buoy adalah sebagai berikut ini:




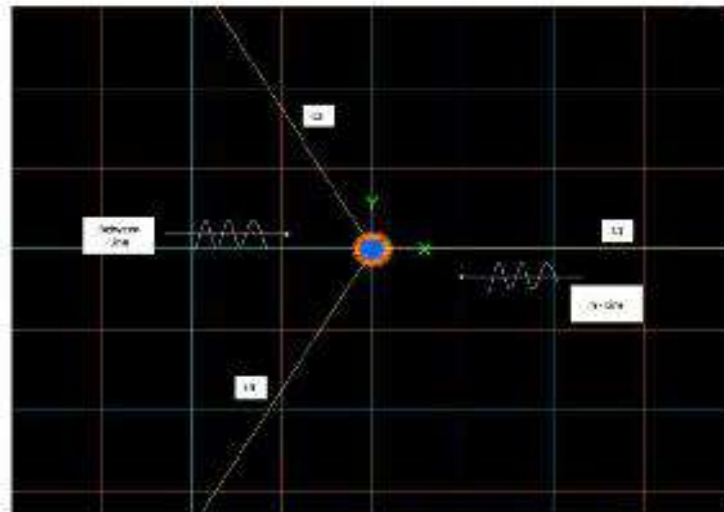
Gambar 9. Nilai hydrodynamic damping Bouy

8. Analisis Sistem Tambat

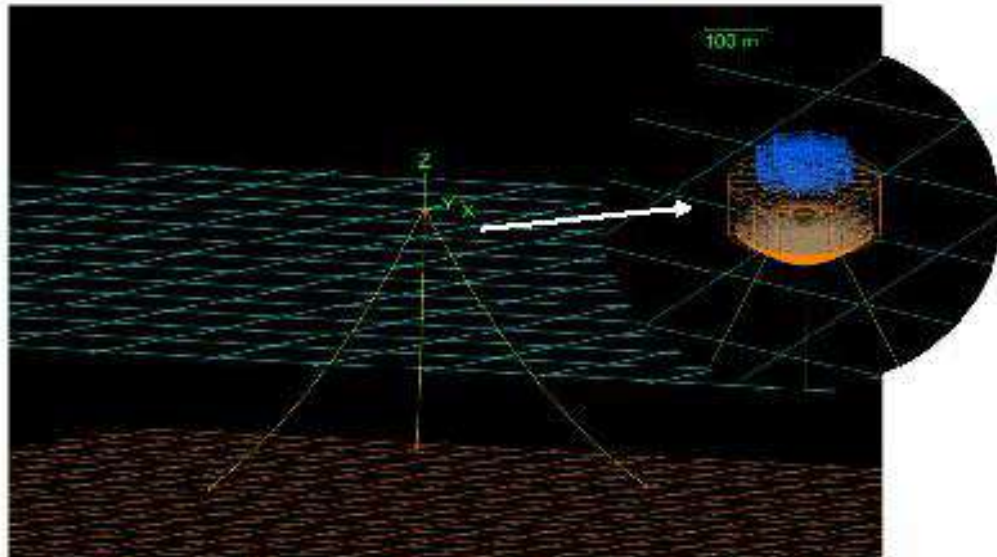
8.1 Model sistem tambat

Sistem tambat buoy terdiri atas tiga sistem tali tambat dengan sistem taut terikat ke dasar laut secara simetris. Analisis model sistem tambat buoy menggunakan komputasi engineering dengan software OrcaFlex. Analisis sistem tambat terdiri atas dua scenario, yakni Buoy menggunakan tali tambat rantai (chain) dan Buoy menggunakan sistem tambat tali baja (Wire Rope). Buoy dalam analisis sistem tambat ini dilakukan pembebanan dengan menggunakan 2 arah pembebanan yaitu In-Line dan Between Line. Model sistem tambat buoy dari pandangan atas menggunakan software Orcaflex dapat dilihat pada gambar berikut.

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
		Issued	IFA	Rev. 0	Hal 16 of 20



a. Pandangan atas model sistem tambat bouy



b. Pandangan samping model sistem tambat bouy

Gambar 10. Model Sistem Tambat Bouy dengan pembebanan Between Line dan In-Line

Dalam mooring analisis pembebanan dilakukan terhadap kondisi lingkungan extreme (design Extreme Condition/ DEC) sesuai dengan aturan ABS, yakni dengan return period 100 tahunan di Selat Sunda. Data kondisi lingkungan 100 tahunan Selat Sunda adalah sebagai berikut.

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
				Issued	IFA

Tabel 5. Data Lingkungan 100 tahunan Selat Sunda

Basic Data Metocean Sunda Strait (100 yr)		
Parameter	Value	Unit
Hs	2.90	m
Tp	7.60	m
Wind	29.48	m/s
Current	1.32	m/s

8.2 Sistem tambat dengan rantai (chain)

Spesifikasi teknis rantai yang digunakan dalam sistem tambat adalah sebagai berikut

Tabel 6. Spesifikasi rantai


Chain Properties		
Parameter	Value	Unit
Weight in air	0.0043	t/m
Displacement	0.00056	t/m
Weight in water	0.0037	t/m
Depth	450	m
Horizontal	400	m
Chain Length	605	m
Weight Chain	2.2385	t
Total Weight Chain	6.7155	t
MBL Grade 2 (u2)	11.7	t
MBL Grade 3 (u3)	17.8	t
MBL Grade R4	23.5	t

Dengan menggunakan rantai sebagai sistem tambat tiperantai studlink dengan diameter 14 mm, maka operabilitas bouy yang mampu ditahan hingga maximum kedalaman 450m dengan panjang rantai 605m dan berat total rantai di air 6.72 ton. Untuk berat rantai lebih dari dari 6.72 ton dengan kedalaman 450 m, maka bouy akan tenggelam karena tidak mampu mempertahankan buoyancy nya.

Nilai olah gerak maximum (RAO) bouy dengan sistem tambat rantai adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Nilai Olah Gerak Bouy Tertambat dengan Tali Tambat Rantai

Arah Pembebanan	Buoy Excursion		Max Motion		
	X (m)	Y (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Yaw (deg)
Between Line	8.06	0.00	12.73	12.73	0.00
In-Line	5.92	0.00	12.92	12.92	0.00

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
				Issued	IFA

Hasil analisis tegangan tali tambat (tension mooring) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 8. Nilai Tegangan Tali Tambat dengan rantai untuk kedalaman 450 m.

Arah Pembebanan	Line	Tension (ton)	Safety Factor (SF)			Allowable SF Intact API
			Grade 2 (U2)	Grade 3 (U3)	Grade R4	
Between Line	Line 1	5.35	2.19	3.33	4.39	1.67
	Line 2	8.65	1.36	2.06	2.71	1.67
	Line 3	8.65	1.36	2.06	2.71	1.67
In-Line	Line 1	10.38	1.13	1.71	2.26	1.67
	Line 2	5.55	2.12	3.21	4.23	1.67
	Line 3	5.55	2.12	3.21	4.23	1.67

Dari hasil analisis diatas disarankan menggunakan rantai minimal Grade 3 (U3).

8.3 Sistem Tambat dengan tali baja (wire rope)


Spesifikasi teknis tali baja (wire rope) yang dipakai dalam analisis sistem tambat ini adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Spesifikasi Tali Baja (wire rope)

Wire Rope Properties		
Parameter	Value	Unit
Weight in air	-	t/m
Displacement	-	t/m
Weight in water	0.00193	t/m
Depth	1000	m
Horizontal	400	m
Wire Length	1080.00	m
Wire Weight	2.0844	t
Total Wire Weight	6.2532	t
MBL Wire Rope 22 mm Fibre Core	28.8	t

Dengan menggunakan tali baja sebagai sistem tambat, maka operabilitas kedalaman yang bisa buoy dapat adalah 1000 m dengan panjang wire rope 1080m.

Nilai olah gerak maximum (RAO) buoy dengan sistem tambat tali baja (wire rope) adalah sebagai berikut.

		RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT		DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	

Tabel 10. Nilai Olah Gerak Bouy Tertambat dengan Tali Tambat Baja (wire rope)

Arah Pembebanan	Buoy Excursion		Max Motion		
	X (m)	Y (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Yaw (deg)
Between Line	38.49	0.00	21.86	21.86	0.00
In-Line	25.67	0.00	23.76	23.76	0.00

Hasil analisis tegangan tali tambat (tension mooring) dengan tali baja (wire rope) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 11. Nilai Tegangan Tali Tambat dengan tali baja (wire rope) untuk kedalaman 1000 m.

Arah Pembebanan	Line	Tension (ton)	Safety Factor (SF)	Allowable SF Intact API
			Wire Rope 22mm	
Between Line	Line 1	3.25	8.86	1.67
	Line 2	8.88	3.24	1.67
	Line 3	8.88	3.24	1.67
In-Line	Line 1	12.07	2.39	1.67
	Line 2	3.22	8.95	1.67
	Line 3	3.22	8.95	1.67

9. Sistem jangkar

Untuk sistem jangkar disarankan menggunakan sistem pemberat/ sinker yang terbuat dari block beton dengan berat masing-masing 15 ton dengan ukuran 2x2x1.5 m.


10. Kesimpulan dan Rekomendasi

Hasil analisis numerik terhadap autonomous buoy dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan kriteria intact stability SOLAS maka ferrocement autonomous buoy memenuhi kriteria stabilitas.
2. Rantai studlink dengan diameter 14 mm sebagai sistem tambat dengan operabilitas maximum buoy hingga kedalaman 450m dengan panjang rantai 605m dan berat total rantai di air 6.72 ton. Disarankan menggunakan rantai minimum tipe U3.
3. Tali baja (wire rope) diameter 22 mm tipe fibre core dengan operabilitas buoy kedalaman yang bisa dicapai adalah 1000 m dengan panjang wire rope 1080m.
4. Sistem jangkar menggunakan pemberat beton dengan berat 15 ton dengan ukuran 2 m x 2 m x 1.5 m.

Disarankan selanjutnya untuk penyempurnaan desain ferrocement autonomous buoy adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan stabilitas maka buoy dibagi minimum 3 compartment dengan diisi hard foam sehingga pada kondisi bocor/ damage buoy masih mempunyai daya apung dan memenuhi kriteria stabilitas pada waktu kondisi bocor (damage).

	RANCANG BANGUN FERROCEMENT AUTONOMUS BUOY SYSTEM ANALISIS HIDRODINAMIKA DAN SISTEM TAMBAT	DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN LAB. HIDRODINAMIKA BANGUNAN LAUT	
Issued	IFA	Rev. 0	Hal 20 of 20

2. Untuk meningkatkan kehandalan sistem tambat disarankan menggunakan jumlah tali tambat lebih dari 4 tali tambat dengan konfigurasi sismetris.
3. Untuk daerah yang dalam disarankan meggunakan tali tambat dari tali baja (wire rope) untuk menjaga daya apung buoy.
4. Untuk sistem tambat disarankan menggunakan rantai minimum grade U3 atau tali baja tipe fibre core serta pemberat beton atau stock anchor yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan operasi, kebutuhan pemberat dan karakteristik tanah dilokasi.

Lampiran 13. Hasil Analisis Sensor FECABS dari PT. 247 Solutions



**RANCANG BANGUN SYSTEM KOMUNIKASI DAN
ANALISA SENSOR PADA FERROCEMENT
AUTONOMOUS BUOY**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Penelitian terhadap Autonomous Concrete Buoy dari aspek sistem komunikasi dan analisa data sensor dapat diselesaikan.

Penelitian ini merupakan kerjasama antara Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dalam ini dilakukan oleh Laboratorium Hidrodinamika Bangunan laut Departemen Teknik Kelautan dengan Universitas Pertahanan, didasarkan ada surat dari Rektor Unhan B/231/III/2021 tanggal 22 maret 2021, sehubungan dengan Program Ilmu Pertahanan Konsentrasi Pertahanan atas nama Taufik Dwicahyono NIM 220190201019 dengan tema Rancang Bangun Ferrocement Autonomous Buoy System. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas keamanan maritim dalam rangka menjaga kedaulatan Negara. Dalam penelitian di Laboratorium Hidrodinamika Bangunan Laut dilakukan kajian terhadap kinerja hidrodinamika terkait dengan stabilitas dan olah gerak serta kinerja sistem tambat. Demikian Laporan ini kami buat, sebagai rangkuman dari rancang bangun sistem komunikasi dan analisa sensor yang digunakan pada buoy , semoga dapat menjadi masukan dan mendukung kegiatan penelitian terhadap Ferrocement Autonomous Buoy System tersebut.

Atas kerjasama semua pihak disampaikan terimakasih.

Jakarta, 26 September 2021



Beno Kunto Pradekso
CEO SOLUSI247

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	3
DAFTAR TABEL	4
I. Latar Belakang.....	5
II. Lingkup Pekerjaan.....	5
IV. Topologi Desain Sistem Komunikasi dan Analisa Data Sensor	9
V. Pengujian Sistem Komunikasi Sensor Pengawasan pada <i>Buoy</i>	12
VI. Simpulan dan Saran	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 2 meter dpl.....	6
Gambar 2. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy (a) 4 meter dpl (b) 6 meter dpl (c) 8 meter dpl.....	7
Gambar 3. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 6 meter dpl.....	8
Gambar 4. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 8 meter dpl.....	8
Gambar 5. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 10 meter (a) titik 1 dekat pulau Kalimantan (b) titik 2 dekat pulau Sulawesi	9
Gambar 6. Topologi desain sistem komunikasi buoy	10
Gambar 7. Arsitektur Ferrocement Autonomous Buoy.....	11
Gambar 8. (a) Data radar yang dihasilkan dari perangkat raspberry pi (b) Data radar yang ditampilkan pada pusat pengawasan	14
Gambar 9. (a) Aplikasi sistem pengawasan AIS (b) Kebutuhan pengiriman data GPS dan AIS ...	16
Gambar 10. Display Echo Sounder pada Ferrocement Buoy.....	17

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kebutuhan bandwidth pengiriman data radar	13
--	----

I. Latar Belakang

Buoy adalah penanda yang diletakkan di laut sebagai penanda untuk berbagai aktivitas seperti untuk early warning system tsunami, untuk tambatan kapal (mooring buoy), sebagai autonomous system untuk pemantau kondisi sekitar area, dan lain sebagainya. Autonomous buoy direncanakan terbuat dari konstruksi ferrocement dilengkapi dengan berbagai fasilitas seperti radar di bagian atas dan echosounder di bagian bawah untuk memantau fasilitas yang ada di bawah air. Di dalam ruang kontrol terdapat AIS transponder yang akan menerima data dari kapal - kapal yang berlayar di sekitar buoy untuk monitor, berdampingan dengan display echosounder dan radar. Output data dari masing - masing sensor akan dikirimkan untuk dianalisa dan dimonitor di command center.

Fokus kajian ini adalah analisa penempatan lokasi buoy, sistem komunikasi yang dibangun untuk setiap sensor ke pusat pengawasan. Lokasi perairan yang dianalisa adalah perairan selat Sunda, selat Lombok, selat Malaka, dan selat Makasar, dengan pertimbangan kedalaman laut yang cukup dalam dan daerah yang cukup pada lalu lintas kapal karena sebagai bagian dari Alur Laut Kawasan Internasional (ALKI) yang ada di Indonesia. Sistem komunikasi yang dibangun berbasis IoT dengan protocol tertentu untuk mengirimkan data sensor ke command center.

II. Lingkup Pekerjaan

Lingkup kajian sistem komunikasi sensor pengawasan *buoy* meliputi:

a. Sensor

Pada penelitian kali ini, sensor yang terpasang pada *buoy* lebih diprioritaskan pada sensor pengawasan keamanan permukaan laut dan sensor deteksi objek bawah laut. Sensor tersebut meliputi:

- Radar permukaan
- *Automatic Identification System (AIS)*
- *Global Positioning System (GPS)*
- Echo Sounder

b. Media Komunikasi

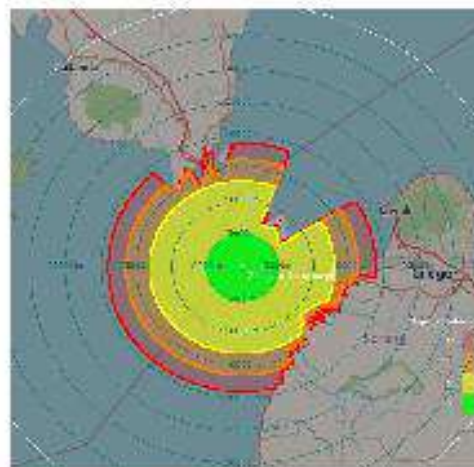
Media komunikasi data yang dipergunakan pada penelitian ini dibatasi hanya menggunakan GSM.

III. Analisa Lokasi Penempatan Buoy

Analisa lokasi penempatan buoy ini dilakukan secara simulasi menggunakan software coverage area. Analisa ini dilakukan dengan menentukan tinggi buoy sebagai tempat sensor dipasang dan melihat sejauh mana area yang dapat dijangkau sensor pada ketinggian tersebut. Terdapat 4 lokasi yang dianalisa, yaitu di selat Sunda, Lombok, Malaka, dan Makasar.

a. Selat Sunda

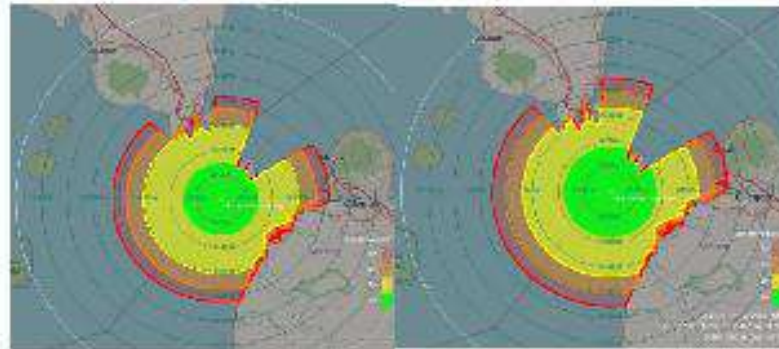
Pada analisa selat Sunda, tinggi buoy di simulasikan pada nilai 2, 4, 6, dan 8 meter dpl.



Gambar 1. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 2 meter dpl

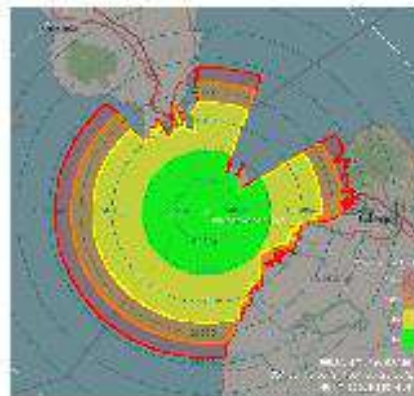
Pada ketinggian 2 meter, sensor dapat menjangkau area sejauh 1800 meter dan dapat melihat objek dengan ketinggian 15 meter. Terdapat beberapa blank spot karena terhalang oleh objek yang lebih tinggi, diantaranya di timur laut yang terhalang pulau Sangiang, di tenggara yang terhalang pulau Jawa, dan barat laut yang terhalang pulau Sumatra. Hal yang sama juga terjadi pada buoy dengan ketinggian 4, 6, dan 8 meter, dengan area jangkauan yang semakin luas. Pada

ketinggian 8 meter, sensor dapat menjangkau area sejauh 2300 meter untuk objek dengan ketinggian 15 meter.



(a)

(b)

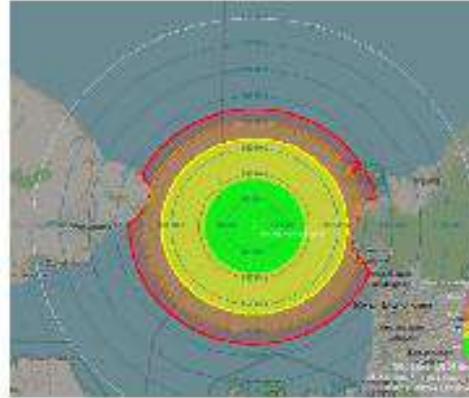


(c)

Gambar 2. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy (a) 4 meter dpl (b) 6 meter dpl (c) 8 meter dpl

b. Selat Lombok

Ketinggian buoy pada selat Lombok di simulasikan 6 meter dpl.



Gambar 3. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 6 meter dpl

Pada ketinggian tersebut, sensor mampu menjangkau area sejauh 2300 meter dan dapat melihat objek dengan ketinggian 15 meter. Blank spot terdapat di sisi timur dan barat akibat terhalang pulau Bali dan Lombok.

c. Selat Malaka

Ketinggian buoy di selat Malaka disimulasikan pada 8 meter dpl.

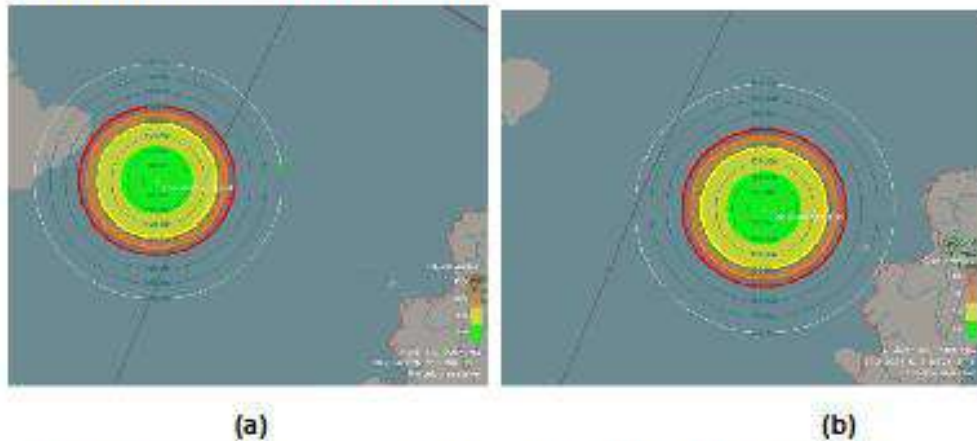


Gambar 4. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 8 meter dpl

Sensor mampu menjangkau area sejauh 2400 meter dan dapat melihat objek dengan ketinggian 15 meter. Tidak ada objek yang menghalangi jangkauan sensor pada ketinggian tersebut.

d. Selat Makasar

Terdapat 2 lokasi pemasangan buoy di selat Makasar, yaitu yang lebih dekat ke pulau Kalimantan dan pulau Sulawesi. Buoy di simulasikan memiliki ketinggian 10 meter dpl untuk pemasangan sensor.

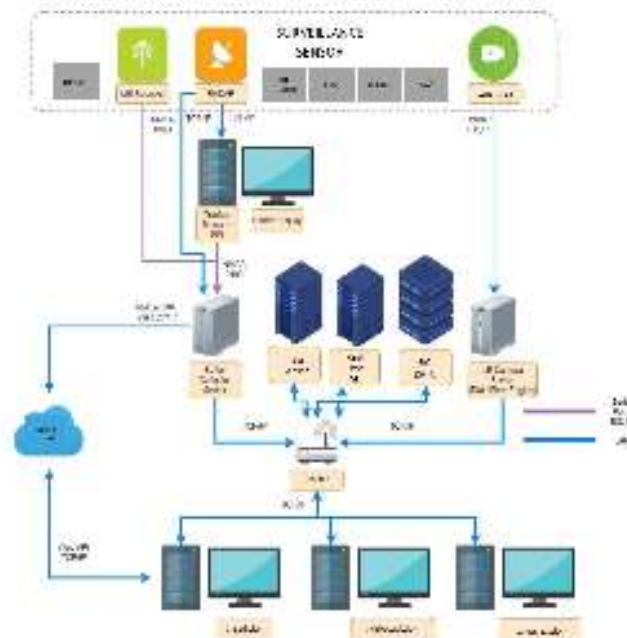


Gambar 5. Coverage area sensor di selat Sunda dengan ketinggian buoy 10 meter (a) titik 1 dekat pulau Kalimantan (b) titik 2 dekat pulau Sulawesi

Sensor mampu menjangkau area sejauh 2500 meter tanpa halangan apapun di kedua titik pemasangan buoy.

IV. Topologi Desain Sistem Komunikasi dan Analisa Data Sensor

Topologi desain sistem komunikasi yang digunakan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Topologi desain sistem komunikasi buoy

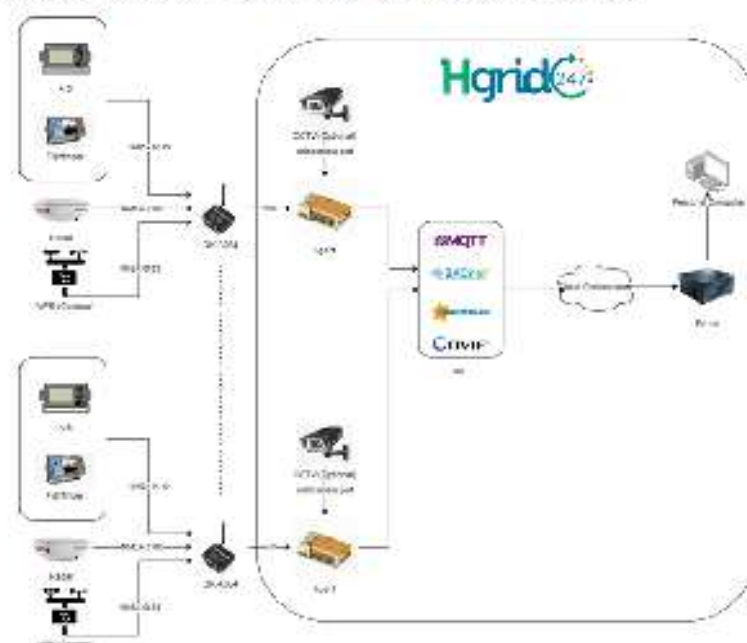
Kesisteman yang digunakan adalah berbasis Surveillance Framework dari PT 247 yang memiliki fungsi sbb:

- Data akuisisi dari Sensor, seperti: Radar Coastal, Automatic Identification System (AIS), Long Range Camera, Direction Finder, Electronic Support Measure (ESM), Automatic Weather Station (AWS), dll. Protokol yang digunakan untuk sensor marine adalah NMEA 0183.
- Fusi Sensor, yang berfungsi melakukan penguatan informasi dari tiap-tiap sensor yang diintegrasikan terhadap suatu object sehingga mendapatkan data yang lebih meyakinkan, informatif, lebih lengkap dan tepat.
- Database untk menyimpan data Real Time dan Time Series dari tiap-tiap data sehingga dapat dilakukan pengayaan untuk analisa historical dan ad hoc.
- Analisa menggunakan Kecerdasan Artifisial (AI) terhadap data real time dan data historikal yang dihimpun dalam database dan file sistem.
- Dashboard, Alert, Report dan Story Telling.
- Penyedia data terhadap Command Center di pusat melalui media komunikasi seperti satelit, GSM dan lainnya. Data disediakan melalui mekanisme API yang mendukung

protocol seperti: TCP, FTP, HTTP, SNMP, UDP, AMQP, MQTT, dll, dengan format data seperti CSV, JSON, AVRO, PARQUET, ARPA, dll. Kesisteman ini juga mendukung Kafka, dan banyak database seperti mySQL, ORACLE, MongoDB, HBASE, Druid, dll.

- Security dengan menggunakan end-to-end encryption dan juga dilakukan white box, black box serta interactive test terhadap system serta code yang ada untuk menghindari terjadinya data breach maupun hacking terhadap kesisteman.
- Dapat dikembangkan untuk sensor-sensor lain karena dikembangkan oleh tenaga ahli sendiri/local dengan menggunakan prinsip Open System dan pemanfaatan teknologi yang mendukung Big Data (volume, variety, speed).
- Data dari semua sensor akan dikirimkan ke server menggunakan protokol IoT seperti MQTT

Berikut adalah diagram arsitektur dari ferrocement autonomous buoy.



Gambar 7. Arsitektur Ferrocement Autonomous Buoy

a. Sensor

Merupakan perangkat yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan pengawasan. Sensor yang dipergunakan meliputi sensor permukaan dan sensor bawah laut, yaitu Radar, AIS, Camera dan Sonar.

Luaran dari masing – masing sensor yang dipasang yaitu:

1. Radar. Memiliki luaran berupa NMEA 0183 yang merupakan realisasi dari *Automatic Radar Plotting AID (ARPA)*
2. AIS. Memiliki luaran berupa NMEA 0183HS dengan kecepatan transmisi yang lebih tinggi dibandingkan NMEA0183, dan data format berupa VDM.
3. SONAR. Memiliki luaran berupa NMEA 0183 dengan baud rate 4800 bps.
4. Camera. Memiliki luaran berupa video yang dikirimkan dengan standar kompresi sesuai yang dibutuhkan.

b. Agent

Agent berfungsi untuk menerima seluruh data dari sensor. Agent merupakan mini PC yang telah terinstall IoT framework (HGrid IoT), sehingga memungkinkan untuk mengambil data dari sensor kemudian menyimpan dan meneruskan data tersebut ke broker IoT.

Fungsional dari Agent dapat dicek dari remote selama agent terkoneksi dengan internet. Database yang dipergunakan oleh agent menggunakan postgresql.

c. IoT

HGrid247 IoT merupakan aplikasi dari PT. DUA EMPAT TUJUH yang memiliki fitur utama mendukung implementasi IoT pada industry 4.0. HGrid IoT yang dipakai ada dua versi, yaitu HGrid IoT light version yang terpasang di agent dan biasa dipergunakan untuk solusi EDGE. Versi yang dipergunakan berikutnya adalah HGrid IoT full version yang terpasang di server dan terkoneksi dengan system Big Data.

d. YAVA

YAVA merupakan produk dari PT. DUA EMPAT TUJUH untuk *data management platform*.

Detail dari YAVA247 dapat dilihat pada halaman berikut: <https://yava.labs247.id>

V. Pengujian Sistem Komunikasi Sensor Pengawasan pada *Buoy*

Implementasi pengiriman data yang dihasilkan pada empat perangkat sensor permukaan dan kedalaman laut dapat diadaptasikan menyesuaikan bandwidth yang tersedia pada jalur komunikasi. Pada pengujian sistem komunikasi sensor pengawasan yang dipakai, terdapat tiga jenis komunikasi yang dipergunakan yaitu TCP/IP stream, IoT *Image capture* dan IoT NMEA *stream*. TCP/IP *stream* dipergunakan untuk mengirimkan data dengan kebutuhan throughput yang besar, sementara IoT *Image Capture*

dipergunakan untuk mengambil data dari perangkat yang tidak mengeluarkan data NMEA tetapi tidak membutuhkan *update rate* yang tinggi sementara IoT NMEA *stream* dipergunakan untuk perangkat ideal yang dapat mengirimkan data luaran yang siap untuk didisplaykan ke perangkat.

1. Radar

Pengujian transmisi data dari *ferrocement buoy* ke stasiun pengawas pada radar dilakukan menggunakan perangkat *raspberry pi 4* yang diletakkan pada *buoy* yang terhubung melalui GSM kemudian dikirimkan ke area pengawas yang memakai perangkat *windows PC* dengan *operating system windows 10*. Data yang dikirim berupa data tangkapan radar yang belum diproses (*raw data*) dengan besaran resolusi cell jarak sebesar 512. Nilai ini dapat diturunkan sesuai dengan ketersediaan bandwidth kanal yang dipergunakan dengan syarat cell jarak bernilai 2^n .

Tabel 1. Kebutuhan bandwidth pengiriman data radar

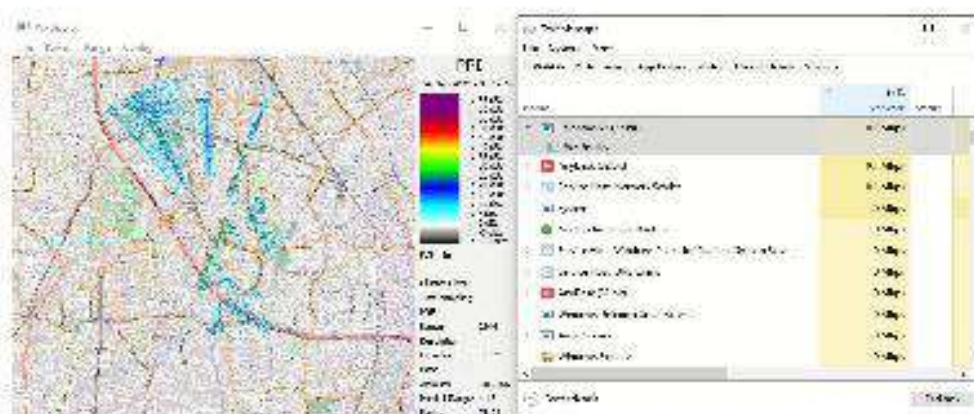
No	Jumlah NCELL (Resolusi Jarak)	Bandwidth
1	512	128 kbps
2	256	64 kbps
3	128	32 kbps
4	64	16 kbps

Tampilan aplikasi data radar pada perangkat mini pc *raspberry pi* bisa dilihat pada Gambar 8 (a). Aplikasi yang dibuat cukup minimalis, dan mengirimkan data dengan tipe integer pendek (16 bit) pada masing - masing cell. Aplikasi berjalan cukup ringan sehingga dapat dijalankan dengan mudah di mini PC. Sementara pada Gambar xx (b), dapat kita lihat tampilan data yang dihasilkan dari radar *buoy* pada sistem pengawasan yang terpusat. Data dikirim dengan resolusi jarak dengan nilai = jarak maksimum / 512 atau sebesar 512 cell, sedangkan resolusi sudut dikirimkan tiap 0,7 derajat. Bandwidth yang

dibutuhkan pada konfigurasi ini adalah 128 kbps. Hubungan tingkat resolusi jarak dengan kebutuhan bandwidth dapat dilihat pada Tabel 1.



(a)



(b)

Gambar 8. (a) Data radar yang dihasilkan dari perangkat raspberry pi (b) Data radar yang ditampilkan pada pusat pengawasan

2. GPS dan AIS

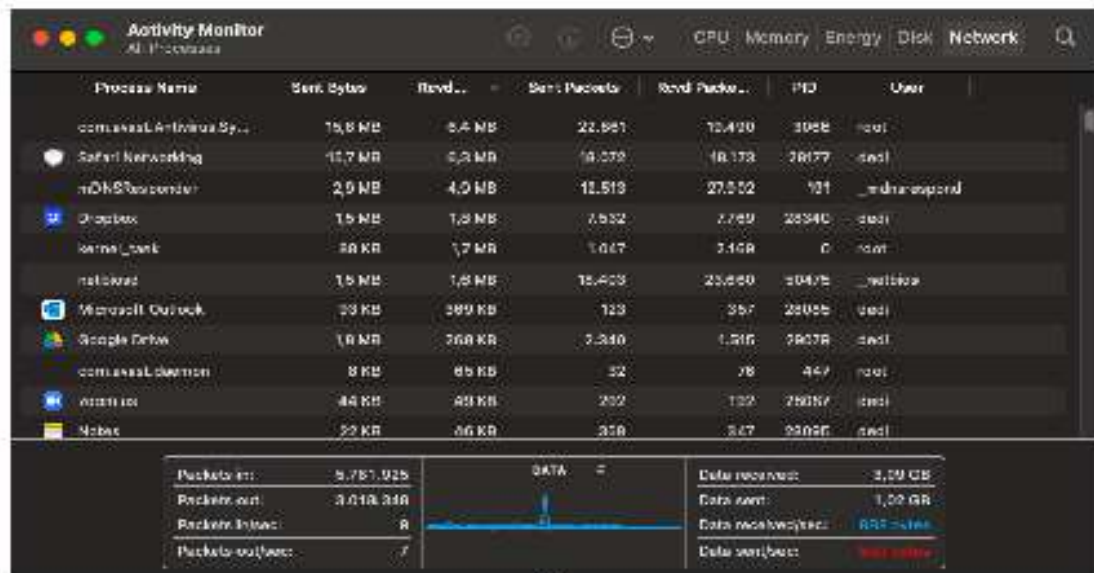
Pengujian untuk komunikasi data GPS dan AIS menggunakan dua skema yang berbeda, pada perangkat GPS data diambil secara langsung melalui perangkat yang terpasang di *ferrocement buoy* sedangkan pada AIS data diambil dari stasiun penerima AIS milik PT. DUA EMPAT TUJUH yang terpasang di Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu. Hal ini dikarenakan AIS yang terpasang tidak menerima sinyal dari AIS Transponder yang terpasang di kapal sekitar. Data AIS dari stasiun penerima Karangantu,

diambil oleh perangkat *raspberry pi* yang terpasang di *Buoy* kemudian dikirimkan kembali ke pusat pengawasan untuk mensimulasikan kebutuhan bandwidth yang dibutuhkan untuk pengiriman data AIS.

Besar bandwidth yang dibutuhkan oleh NMEA 0183 standar maksimum adalah 4.8 kbps sementara pada NMEA 0182 *High Speed* kebutuhan bandwidth maksimum adalah 38 kbps. Pada Gambar 9 (a), terlihat bahwa jumlah AIS yang diterima oleh AIS receiver terestrial yang dipergunakan sebanyak 109 kapal. Jumlah bandwidth yang dibutuhkan untuk mengirimkan data GPS dan AIS pada jumlah tersebut, terlihat pada Gambar 9 (b) adalah 888 Bps atau sekitar 7.1 kbps. Pengiriman menggunakan data NMEA membutuhkan bandwidth yang kecil, hal ini dikarenakan data berupa karakter terbatas.



(a)



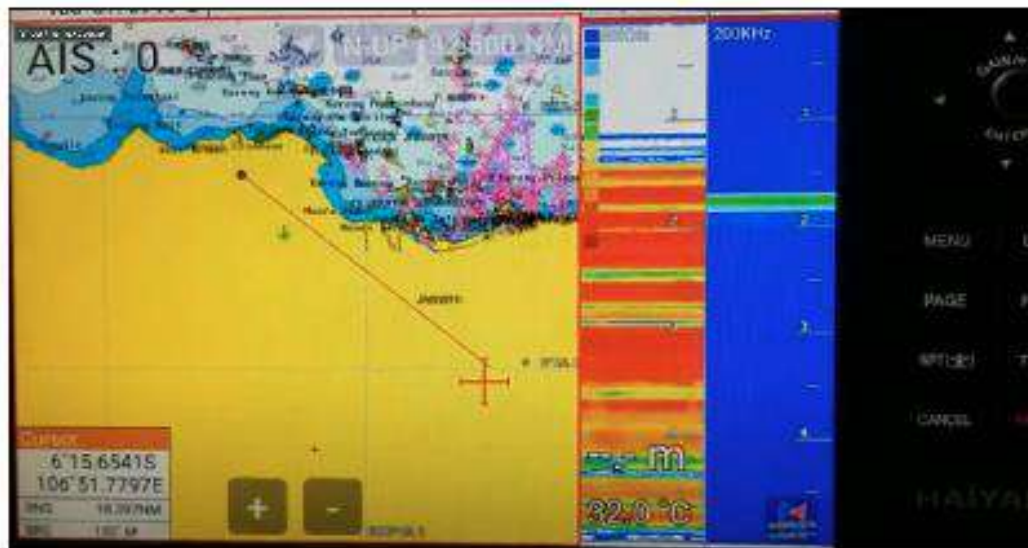
(b)

Gambar 9. (a) Aplikasi sistem pengawasan AIS (b) Kebutuhan pengiriman data GPS dan AIS

3. Echo Sounder

Perangkat Echo Sounder yang dipergunakan pada penelitian ini tidak dapat mengirimkan data berupa kedalaman dalam bentuk data NMEA. Untuk mengatasi problem tersebut, dilakukan pengiriman gambar secara periodik dan dikirimkan menggunakan protokol IoT MQTT. Gambar diambil menggunakan webcam yang tersambung melalui perangkat *raspberry pi* dan periode pengiriman data dapat diatur bergantung jumlah bandwidth yang tersedia. Saat dilakukan ujicoba, periode yang dipergunakan pada pengambilan gambar adalah 2 detik, resolusi gambar yang dipergunakan adalah 1024 x 768 pixel, dan jenis kompresi gambar menggunakan jpeg versi 1.0. Hasil gambar dapat dilihat pada Gambar 10.

Jumlah data yang dibutuhkan untuk tiap kali pengiriman gambar berkisar 15 KByte atau sekitar 120 kb. Data ini jika dilewatkan pada kanal komunikasi dengan periode 2 detik, maka kebutuhan bandwidth yang dibutuhkan adalah 60 kbps. Bandwidth yang dibutuhkan ini relatif kecil jika dibandingkan dengan kanal GSM yang tersedia saat ini.



Gambar 10. Display Echo Sounder pada Ferrocement Buoy

VI. Simpulan dan Saran

Simpulan


Perangkat utama pengawasan yang dipasang pada *ferrocement buoy* secara fungsi pokok dapat dipergunakan untuk system pengawasan permukaan dan bawah laut. Kendala yang terjadi adalah beberapa perangkat sensor yang dipasang tidak dapat mengeluarkan data NMEA yang dibutuhkan sehingga dibutuhkan solusi pengiriman data menggunakan TCP/IP *stream* maupun gambar. Seluruh data yang dibutuhkan baik dari Radar, AIS, GPS dan Echo Sounder dapat dikirimkan ke pusat pengawasan. Bandwidth yang dibutuhkan untuk pengiriman data secara menyeluruh dapat diakomodir oleh perangkat komunikasi dengan data rate rendah.

Saran

Penelitian selanjutnya radar dan echo sounder yang dipergunakan dapat mengeluarkan data NMEA secara otomatis pada objek pengawasan yang diharapkan. Penambahan sensor pengawasan berupa kamera jarak jauh dapat melengkapi system untuk melakukan

target identifikasi. Pemasangan *buoy* dilokasi yang diharapkan dapat dilakukan dalam periode yang cukup, sehingga dapat dilakukan analisa terhadap data yang diperoleh.

Lampiran 14. MMSI AIS FECABS

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT	
JL. MEDAN MERDEKA BARAT No. 8 JAKARTA - 10110	TELP : (021) 3813289, 3842440 Pet : 1458	FAX : (021) 3811786, 3845430 EMAIL : djpl@dephub.go.id

Nomor : AL.701/5/4/DJPL/2021 Klasifikasi : Biasa Lampiran : - Hal : Penetapan Nomor <i>Maritime Mobile Service Identity</i> (MMSI) AIS AtoN.	Jakarta, 16 Agustus 2021
---	--------------------------

Yth. Direktur PT. Wahana Indra Sentosa


Menunjuk surat Direktur PT. Wahana Indra Sentosa Nomor : 02.8/WISE-SRT/VIII/2021 tanggal 13 Agustus 2021 perihal Permohonan Nomor MMSI / AIS AtoN Buoy FECABS-01, bersama ini disampaikan penetapan Nomor MMSI untuk AIS AtoN Buoy FECABS-01 sebagai berikut :

Ferrocement Autonomous Buoy System (FECABS-01) :

- Diameter Lambung (*Hull*) : 4 m;
- Tinggi Lambung (*Hull*) : 3,42 m
- Tinggi Tiang MAST : 6 m
- MMSI : **99 525 1 099**

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.


a.n. Direktur Jenderal Perhubungan Laut
 Direktur Kenavigasian,



Ditandatangani secara elektronik
 HENGGI ANGKASAWAN, IR
 NIP. 19670108 199303 1 001

Tembusan :

1. Sekretaris Direktorat Jenderal Perhubungan Laut;
2. Plt. Kepala Subdit Telekomunikasi Pelayaran, Ditnav;
3. Plt. Kepala Subdit Perambuan dan Perbengkelan, Ditnav;
4. Plt. Kasubbag Tata Usaha, Ditnav.



Surat ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE) sehingga tidak diperlukan tanda tangan dan stempel basah.

Lampiran 15. Uji Coupon FECABS di PT Trias Beton Perkasa

Koreksi Sudut Tembak

Nilai Rebound Ra	Angka Koreksi Untuk Sudut Kemiringan sebesar α			
	Ke Atas		Ke Bawah	
	+90°	+45°	-45°	-90°
10			+2.4	+3.2
11			2.41	3.22
12			2.42	3.24
13			2.43	3.26
14			2.44	3.28
15			2.45	3.30
16			2.46	3.32
17			2.47	3.34
18			2.48	3.36
19			2.49	3.38
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
21	-5.33	-3.46	2.48	3.37
22	-5.26	-3.42	2.46	3.34
23	-5.19	-3.38	2.44	3.31
24	-5.12	-3.34	2.42	3.28
25	-5.05	-3.30	2.40	3.25
26	-4.98	-3.26	2.38	3.22
27	-4.91	-3.22	2.36	3.19
28	-4.84	-3.18	2.34	3.16
29	-4.77	-3.14	2.32	3.13
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
31	-4.62	-3.05	2.27	3.06
32	-4.54	-3.00	2.24	3.02
33	-4.46	-2.95	2.21	2.98
34	-4.38	-2.90	2.18	2.94
35	-4.30	-2.85	2.15	2.90
36	-4.22	-2.80	2.12	2.86
37	-4.14	-2.75	2.09	2.82
38	-4.06	-2.70	2.06	2.78
39	-3.98	-2.65	2.03	2.74
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7
41	-3.82	-2.55	1.96	2.65
42	-3.74	-2.50	1.92	2.60
43	-3.66	-2.45	1.88	2.55
44	-3.58	-2.40	1.84	2.50
45	-3.50	-2.35	1.80	2.45
46	-3.42	-2.30	1.76	2.40
47	-3.34	-2.25	1.72	2.35
48	-3.26	-2.20	1.68	2.30
49	-3.18	-2.15	1.64	2.25
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2
51	-3.02	-2.05	1.57	2.15
52	-2.94	-2.00	1.54	2.10
53	-2.86	-1.95	1.51	2.05
54	-2.78	-1.90	1.48	2.00
55	-2.70	-1.85	1.45	1.95
56	-2.62	-1.80	1.42	1.90
57	-2.54	-1.75	1.39	1.85
58	-2.46	-1.70	1.36	1.80
59	-2.38	-1.65	1.33	1.75
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7




Nilai R setelah koreksi

Tabel 2

Kuat tekan benda uji kubus sebagai fungsi dari Nilai R

R	14 - 60 hari						7 hari					
	Wm			Wmin			Wm			Wmin		
	kg/cm ²	N/mm ²	psi	kg/cm ²	N/mm ²	psi	kg/cm ²	N/mm ²	psi	kg/cm ²	N/mm ²	psi
20.0	101.0	9.9	1440.0	54.0	5.3	770.0	121.0	11.9	1720.0	74.0	7.3	1050.0
20.1	102.2	10.0	1457.0	55.0	5.4	784.0	122.1	12.0	1665.8	74.9	7.4	1053.0
20.2	103.4	10.1	1474.0	56.0	5.5	798.0	123.2	12.1	1413.6	75.8	7.5	1076.0
20.3	104.6	10.3	1491.0	57.0	5.6	812.0	124.3	12.2	1260.4	76.7	7.6	1089.0
20.4	105.8	10.4	1508.0	58.0	5.7	826.0	125.4	12.3	1107.2	77.6	7.6	1102.0
20.5	107.0	10.5	1525.0	59.0	5.8	840.0	126.5	12.4	954.0	78.5	7.7	1115.0
20.6	108.2	10.6	1542.0	60.0	5.9	854.0	127.6	12.5	800.8	79.4	7.8	1128.0
20.7	109.4	10.7	1559.0	61.0	6.0	868.0	128.7	12.6	647.6	80.3	7.9	1141.0
20.8	110.6	10.9	1576.0	62.0	6.1	882.0	129.8	12.7	494.4	81.2	7.9	1154.0
20.9	111.8	11.0	1593.0	63.0	6.2	896.0	130.9	12.8	341.2	82.1	8.0	1167.0
21.0	113.0	11.1	1610.0	64.0	6.3	910.0	132.0	12.9	188.0	83.0	8.1	1180.0
21.1	114.3	11.2	1628.0	65.1	6.4	926.0	133.3	13.0	375.2	84.1	8.2	1196.0
21.2	115.6	11.4	1646.0	66.2	6.5	942.0	134.6	13.2	562.4	85.2	8.3	1212.0
21.3	116.9	11.5	1664.0	67.3	6.6	958.0	135.9	13.3	749.6	86.3	8.4	1228.0
21.4	118.2	11.6	1682.0	68.4	6.7	974.0	137.2	13.4	936.8	87.4	8.5	1244.0
21.5	119.5	11.8	1700.0	69.5	6.9	990.0	138.5	13.6	1124.0	88.5	8.7	1260.0
21.6	120.8	11.9	1718.0	70.6	7.0	1006.0	139.8	13.7	1311.2	89.6	8.9	1276.0
21.7	122.1	12.0	1736.0	71.7	7.1	1022.0	141.1	13.9	1498.4	90.7	8.9	1292.0
21.8	123.4	12.1	1754.0	72.8	7.2	1038.0	142.4	13.9	1685.6	91.8	9.0	1308.0
21.9	124.7	12.3	1772.0	73.9	7.3	1054.0	143.7	14.1	1872.8	92.9	9.1	1324.0
22.0	126.0	12.4	1790.0	75.0	7.4	1070.0	145.0	14.2	2060.0	94.0	9.2	1340.0
22.1	127.3	12.5	1808.0	76.1	7.5	1086.0	146.2	14.3	2077.0	95.0	9.3	1354.0
22.2	128.6	12.6	1826.0	77.2	7.6	1100.0	147.4	14.4	2094.0	96.0	9.4	1368.0
22.3	129.9	12.8	1847.0	78.3	7.7	1115.0	148.6	14.6	2111.0	97.0	9.5	1382.0
22.4	131.2	12.9	1866.0	79.4	7.8	1130.0	149.8	14.7	2128.0	98.0	9.6	1396.0
22.5	132.5	13.0	1885.0	80.5	7.9	1145.0	151.0	14.8	2145.0	99.0	9.7	1410.0
22.6	133.8	13.1	1904.0	81.6	8.0	1160.0	152.2	14.9	2162.0	100.0	9.8	1424.0
22.7	135.1	13.2	1923.0	82.7	8.1	1175.0	153.4	15.0	2179.0	101.0	9.9	1438.0
22.8	136.4	13.4	1942.0	83.8	8.2	1190.0	154.6	15.2	2196.0	102.0	10.0	1452.0
22.9	137.7	13.5	1961.0	84.9	8.3	1205.0	155.8	15.3	2213.0	103.0	10.1	1466.0
23.0	139.0	13.6	1980.0	86.0	8.4	1220.0	157.0	15.4	2230.0	104.0	10.2	1480.0
23.1	140.3	13.7	1998.0	87.2	8.5	1237.0	158.2	15.5	2247.0	105.1	10.3	1496.0
23.2	141.6	13.9	2016.0	88.4	8.6	1254.0	159.4	15.6	2264.0	106.2	10.4	1512.0
23.3	142.9	14.0	2034.0	89.6	8.8	1271.0	160.6	15.8	2281.0	107.3	10.5	1528.0
23.4	144.2	14.1	2052.0	90.8	8.9	1288.0	161.8	15.9	2298.0	108.4	10.6	1544.0
23.5	145.5	14.3	2070.0	92.0	9.0	1305.0	163.0	16.0	2315.0	109.5	10.8	1560.0
23.6	146.8	14.4	2088.0	93.2	9.1	1322.0	164.2	16.1	2332.0	110.6	10.9	1576.0
23.7	148.1	14.5	2106.0	94.4	9.2	1339.0	165.4	16.2	2349.0	111.7	11.0	1592.0
23.8	149.4	14.6	2124.0	95.6	9.4	1356.0	166.6	16.4	2366.0	112.8	11.1	1608.0
23.9	150.7	14.8	2142.0	96.8	9.5	1373.0	167.8	16.5	2383.0	113.9	11.2	1624.0
24.0	152.0	14.9	2160.0	98.0	9.6	1390.0	169.0	16.6	2400.0	115.0	11.3	1640.0
24.1	153.4	15.0	2180.0	99.2	9.7	1407.0	170.4	16.7	2420.0	116.2	11.4	1657.0
24.2	154.8	15.2	2200.0	100.4	9.8	1424.0	171.8	16.9	2440.0	117.4	11.5	1674.0
24.3	156.2	15.3	2220.0	101.6	10.0	1441.0	173.2	17.0	2460.0	118.6	11.7	1691.0
24.4	157.6	15.5	2240.0	102.8	10.1	1458.0	174.6	17.2	2480.0	119.8	11.8	1708.0
24.5	159.0	15.6	2260.0	104.0	10.2	1475.0	176.0	17.3	2500.0	121.0	11.9	1725.0
24.6	160.4	15.7	2280.0	105.2	10.3	1492.0	177.4	17.4	2520.0	122.2	12.0	1742.0

Hammer Test FECABS untuk mencari nilai kekuatan FECABS.

		PT. TRIAS BETON PERKASA Jl. Otonom Pasar Kemis Cikupa RT 05/RW 01 Ds. Suka Asih, Kec Pasar Kemis, Tangerang - Banten Phone : (021) 597 139 85 Email : triasbetonperkasa@yahoo.com																		
HAMMER TEST REPORT No. 002 / Hates-Hmr / WIS / TBP4 / IX / 2021																				
CONTRACTOR	: PT WAHANA INDRA SENTOSA																			
PROJECT	: FECABS-01 (BPK. TAUFIK DWICAHYONO)																			
HAMMER TYPE	: N																			
GRADE		: -																		
DATE OF POURING		: -																		
DATE OF TESTING		: 09 SEPTEMBER 2021																		
NO	CODE SAMPLE	LOCATION	Inclination angle (°)	HAMMER REBOUND VALUE												Correction for Inclination	Calibrated Rebound Value	Compressive strength		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			AVERAGE	Kg / cm ²	Mpa
1	SAMPLE A	T-1	-90°	20	20	20	20	24	25	26	22	20	25	24	24	23	3.31	25.8	177.2	14.7
2		T-2	-90°	24	25	24	24	23	24	24	24	24	22	22	22	24	3.28	26.8	192.0	15.9
3		T-4	-90°	22	28	26	26	26	25	28	22	22	23	23	26	25	3.25	28.0	210.0	17.4
4		T-5	-90°	22	22	23	22	23	26	25	26	25	25	24	26	24	3.28	27.4	201.0	16.7
												AVERAGE :		195.1	16.2					
1	SAMPLE B	T-1	-90°	24	24	24	24	25	25	22	22	25	20	22	22	23	3.31	26.6	188.0	15.7
2		T-2	-90°	24	23	27	26	27	28	27	24	26	24	23	22	25	3.25	28.3	214.5	17.8
3		T-4	-90°	27	24	25	26	28	29	29	24	22	20	20	23	25	3.25	27.9	208.5	17.3
4		T-5	-90°	22	22	25	22	23	23	23	20	20	23	24	24	23	3.31	25.9	178.6	14.8
												AVERAGE :		197.7	16.4					
												AVERAGE OVER ALL :		196.4	16.3					
PT Trias Beton Perkasa Testing & Calculated by :  Wowo Setiabudi Head of Laboratory																				

Lampiran 16. Biaya FECABS

No	Keterangan	Qty	Sat	Harga Sat	Jumlah
I	Pekerjaan Persiapan				
	Kawat las Plas core 1mm, 1kg	1	roll	150.000	150.000
	Kontak tip BRT 0,8mm Binzel				30.000
	Kontak tip BRT 1,0mm Binzel				30.000
	Kontak tip Binzel 0,8x25				25.000
	Sarang tangan argon	1	ps	15.000	15.000
	Argon	1	tab	275.000	275.000
	Spidol	1	bh	20.000	20.000
	Steker broco	3	bh	12.000	36.000
	Stop kontak	2	bh	15.000	30.000
	kabel NYM	1	roll	378.000	378.000
	Apron	1	bh	125.000	125.000
	Kawat las alluminium 0,8mm 5356	1	roll	970.000	970.000
	Argon	2	tab	275.000	550.000
	Nozel las	5	bh	35.000	175.000
	Batu potong WD 4'	1	box	50.000	50.000
	Amplas susun camel	4	bh	20.000	80.000
	Batu gurunda poles	2	bh	15.000	30.000
	Gurinda kawat bulat	5	bh	15.000	75.000
	Pengki hitam	4	bh	15.000	60.000
	Ember cor	4	bh	10.000	40.000
	Skop	1	bh	60.000	60.000
	Sendok semen	2	bh	15.000	30.000
	Ember cor	2	bh	10.000	20.000
	Sendok semen	3	bh	12.500	40.500
	Roskam PVC	2	bh	7.500	15.000
	Batu WD potong 4x1	5	pak	50.000	250.000
	Batu poles WD 4x6	2	bh	6.000	12.000
	Sarung tangan	1	lsn	22.000	22.000
	Mata sircle alluminium 8"	1	bh	300.000	300.000
	Regulator	1	bh	225.000	225.000
	Kawat las Alluminium	1	roll	970.000	970.000
	Kawat las SS	1	pak	105.000	105.000

	Contaktip	10	bh	10.000	100.000
	Argon	1	tab	275.000	275.000
	Drum bekas	6	bh	140.000	840.000
	Kawat las 2,6 RB	1	pak	160.000	160.000
	Kapur besi	1	pak	20.000	20.000
	Kaca mata las	1	bh	10.000	10.000
	Selang benang Toyox 5/16	10	m	25.000	250.000
	Clem slang	4	bh	2.000	8.000
	Nozel 350A	2	bh	25.000	50.000
	Kawat kas LB-52 UK 2,6mm	1	pak	173.635	173.635
	Tabung argon	1	tab	2.000.000	2.000.000
	Argon	1	tab	275.000	275.000
	Argon	1	tab	275.000	275.000
	Kawat las besi 5xJ50T-G	1	unit	150.000	150.000
	Kawat las alluminium CPKLM560BS	1	roll	570.000	570.000
	0,8mm MIG ER5356				
	Amplas susun 120	2	bh	12.500	25.000
	Batu gurunda poles	2	bh	10.000	20.000
	Argon	1	tab	275.000	275.000
	Mata zigsaw	1	set	75.000	75.000
	Sikat kawat mangkok	3	bh	15.000	45.000
	Flap disc 4" tayo	3	bh	10.000	30.000
	Batu gurinda gosok 4x6	3	bh	6.000	18.000
	Contaktip CO M6x0,8 binzel	10	bh	10.000	100.000
	Contaktip CO M6x1,0 binzel	5	bh	10.000	50.000
	Batu potong WD 4"	2	dus	87.500	175.000
	Amplas poles P36 4"	10	bh	10.500	105.000
	Sikat kawat	1	bh	35.000	35.000
	Amplas susun	2	bh	30.000	30.000
	Sikat mangkok	2	bh	15.000	30.000
	Amplas susun	2	bh	12.500	25.000
	Argon	1	tab	275.000	275.000
	Kawat las RB 2,6mm	1	pak	128.000	128.000
	Argon	2	tab	275.000	550.000
	Sarung tangan	3	ps	5.000	15.000
	kawat las 216	1	dus	160.000	160.000

	Pensil tukang	1	bh	2.500	2.500
	Argon	1	tab	275.000	550.000
	Ban bekas	4	bh	35.000	140.000
	Kawat las LB-52 2mm 5kg	1	pak	173.635	173.635
II	Pekerjaan Hull				
	Pipa All 63x3x600	1	btg	100.000	100.000
	Besi plat 12mmx160mmx296mm	10	bh	80.500	805.000
	Besi plat 25mmx contoh	5	bh	215.000	1.075.000
	Kawat loket putih	2	roll	125.000	250.000
	Pipa besi sch 80 6"x 300mm	1	bh	400.000	400.000
	Kawat roof mesh 25x25x2mm	1	roll	1.740.000	1.740.000
	Roof mesh kotak 1" x2mm	1	roll	1.850.000	1.850.000
	Baut HT B/N A325 1x3	4	bh	29.500	118.000
	Ring palt	4	bh	45.000	18.000
	AS drat M12 galv	4	btg	16.088	64.359
	Mur M12 galv	100	bh	491	49.140
	Baut SS M12x75	4	bh	10.500	42.000
	Mur SS M12	4	bh	2.500	10.000
	Clem slang M07	1	bh	2.000	2.000
	Clem slang M08	1	bh	2.000	2.000
	Truk, pasir 4m3	1	truk	1.500.000	1.500.000
	Abu batu	1	coly	300.000	300.000
	Semen 3 roda	15	zak	45.000	675.000
	Sewa mesin molen tgl 7,8	2	hr	300.000	600.000
	Transport+BBM				250.000
	Beton mix	1	gln	120.000	120.000
	kayu kaso 4x6	3	btjg	45.000	135.000
	kawat loket hijau ukuran 1/2"	1	m	22.500	22.500
	kawat loket putih ukuran 1/2"	70	cm		14.000
	Paku 7cm	0,5	kg	10.000	5.000
	kawat loket hijau ukuran 1/2"	1	m	22.500	45.000
	Semen 3 roda	2	zak	45.000	90.000
	Beton mix	1	gln	120.000	240.000
	Sewa mesin molen tgl 9	1	hr	300.000	300.000
	Ongkos potong besi (lubangi)	5	bh	30.000	150.000

	As drat SS M12x1mtr	5	btg	61.265	306.325
	Mur SS M12	100	bh	1.880	188.000
	Baut JP M3x25	50	bh	60	3.000
	Mur M3	50	bh	45	225.000
	Pipa 5/8 / 1,5x1400	2	mtr	56.000	112.000
	Plat besi 12mmx220x160mm	4	pot	78.700	314.800
	Plat besi 20mmx140x160mm	2	pot	78.000	156.000
	As drat HTB M24	1	btg	122.000	122.000
	Mur HTB M24	10	bh	6.050	60.500
	Ring plat HTB M24	10	bh	1.940	19.400
	Pipa besi seamless 1 1/2" sch 40	1	btg	430.000	430.000
	As drat SS	3	btg	61.500	184.500
	Anti folling ship brand	1	gln	275.000	275.000
	Sewa crane 20T (balik hull)	1	shf	4.000.000	4.000.000
	Semen sika 107	1	set	343.500	343.500
	Antifolling ship brand	1	gln	250.000	250.000
	Triplek 4mm	2	lbr	78.000	156.000
	Bubut drat	3	bh	50.000	150.000
	Press			20.000	20.000
	As drat galv	3	btg	24.000	72.000
	Cat hitam	0,5	kg	35.000	35.000
	Lakban	1	bh	15.000	15.000
	Plat besi 10mmx290x170	1	bh	126.000	126.000
	Plat besi 10mmx290mm	1	bh	126.000	126.000
	Zinkanode WW S2 1,7kg	6	bh	209.000	1.254.000
	Baut SS M8x20	30	bh	2.000	60.000
	Baut SS M8x25	20	bh	2.200	44.000
	Ring plat M8 SS	100	bh	300	30.000
	Ring per M8 SS	50	bh	300	15.000
	Baut A325 M1/2x2" ring plat per	18	bh	5.500	99.000
	Mowilek undr coat	1	gln		145.000
	Mowilek putih	1	gln		175.000
	Pipa besi OD33xID16x40omm	1	pot	110.000	110.000
	Cat F-talit hitam	1	kg	67500	67500
	Triplek 3mm	4	lbr	59.500	238.000
	Lem aibon	1	gln	215.000	215.000

	Cat F-talit hitam	1	kg	67.500	67.500
	Triple3 3mm	4	lbr	59.500	238.000
	Lem aibon	1	gln	215.000	215.000
	Pipa besi 1"sch 40 x 1,2mtr	1	pot	95.000	95.000
	As drat SS M12	4	btg	61.265	245.000
	Mur SS M12	70	bh	1.880	131.600
	Ring plat SS M12	70	bh	715	50.050
	Baut-baut	1	ls	332.645	332.645
	Lakban alluminium foil	2	bh	21.000	42.000
	Lampu cabin dc	2	bh	20.000	40.000
	Lakban alluminium foil	2	bh	35.000	70.000
III	Pekerjaan Uperstruktur & Tower				
	Plat Bordes All 3mmx4x8	2	lb	1.750.000	3.500.000
	Plat All 1100 2400x1220x3mm	1	lb	1.425.000	1.425.000
	Siku All 30x30x6000	4	btg	200.000	800.000
	Plat Bordes All 3mmx4x8	1	lbr	1.750.000	1.750.000
	Epoxy nippe abu abu	3	kg	80.000	240.000
	Protech plat alluminium 1 sisi	9	lbr	35.000	315.000
	Plat alluminium 5052 5mmx4"x8"	3	lbr	3.225.000	9.675.000
	Pipa all 6063 1"x3mmx6m	3	btg	350.000	1.050.000
	Pipa all 6063 1 1/2"x3mmx6m	4	btg	515.000	2.060.000
	Pipa all 6063 2"x3mmx6m	3	btg	725.000	2.175.000
	Pipa all 6063 3"x3mmx6m	1	btg	1.100.000	1.100.000
	Pipa all 6063 6"x9,5mmx2m	1	btg	3.520.000	3.520.000
	Penangkal petir :				
	As rod cupx2mmper 5/8"	1	btg	625.000	625.000
	BC 25 Full size	16	mtr	335.000	536.000
	Scun SC 25	2	bh	4.000	8.000
	Teflon	1	bh	25.000	25.000
	Spliter 3/4x30cm	1	bh	235.000	235.000
	Cincin 3/4	2	bh	25.000	50.000
	Scun w 25	1	bh	11.000	11.000
	Joising cu25	1	bh	11.000	11.000
	Pipa alluminium 1 1/2"x3	5	btg	645.000	3.225.000
	Pipa alluminium 1"x3	2	btg	420.000	840.000
	Plat bordes alluminium 3mm 4x8	3	lbr	1.850.000	5.550.000

	Selang benang 3/8"	16	m	10.000	160.000
	Pipa all 45x3mmc1m	1	pot	125.000	125.000
	Laher gimbal 2220S K NSK	1	bh	350.000	350.000
IV	Pekerjaan Elektrikal				
	Soket 6 pin U/radar	2	bh	100.000	200.000
	Kabel ties 30cm	2	bks	22.500	45.000
	Kabel ties 15cm	2	bks	15.000	15.000
	Kabel RG58	5	m	5.000	25.000
	Cable NYHY	1	roll	710.000	710.000
	Cable NYHY	1	roll	1.420.000	1.420.000
	Cable NYHY	2	roll	675.000	1.350.000
	Cable NYHY	25	mtr	38.000	950.000
	Cable NYHY	25	mtr	110.000	2.750.000
	Box PVC	1	bh	1.420.000	1.420.000
	Box PVC	1	bh	625.000	625.000
	MCB 1P	1	bh	60.000	60.000
	MCB 1P	2	bh	60.000	120.000
	Rumah Fuse 10x88 PM	8	bh	15.000	120.000
	Terminal uksn	30	bh	3.500	105.000
	Sisir jumper UKSN	4	bh	15.000	60.000
	Rel MCB	2	bh	20.000	40.000
	Dud PM 32x32	2	btg	34.000	64.000
	Fuse 10x38 4A, 10A, 20A. 25A @2	8	bh	8.000	64.000
	P lamp DC	2	bh	9.000	18.000
	P lamp 220V	1	bh	8.000	8.000
	Terminal 4 pole 60A	1	bh	28.000	28.000
	Togle on/of	6	bh	15.000	90.000
	Plug conection 3 pin 15A	1	set	75.000	75.000
	COS cocomex 4x63A	1	bh	1.410.000	1.410.000
	Scun gepeng 2,5 biru	1	pak	45.000	45.000
	MCB DC 2Pole 100A	2	bh	965.000	1.930.000
	MCB DC 2Pole 63A	2	bh	429.000	858.000
	Cable NYAF 16mm merah	25	m	38.000	950.000
	Radar Garmin	1	bh	45.000.000	45.000.000

	Aki 200A	2	bh		5.896.704
	Baut pala aki	4	set	1.500	6.000
	Borong instalasi listrik, supri	1	ls		4.500.000
V	Pekerjaan Peluncuran ke air				
	Tali nylon 22mm	60	mtr	23.000	1.380.000
	Lampu pengaman jalan truk	2	bh	90.000	180.000
	Tambang plastik 9mm	40	m	4.000	160.000
	Batu batre ABC besar	2	bh		16.600
	Batu batre ABC besar	4	bh		33.200
	Tali ratchet	4	bh	170.000	680.000
	Sewa crane 20T naikan ke truk	1	shf	4.000.000	4.000.000
	Sewa Crane 50T nurunin dari truh	1	shf	9.000.000	9.000.000
	Sewa plat dudukan crane	1	shf	2.000.000	2.000.000
	Sewa truk pengangkut Bouy	2	trk	2.000.000	4.000.000
	Gembok 60mm	2	bh	35.000	70.000
VI	Biaya Tenaga Kerja				
	1 FEB 2021 - 6 FEB 2021				10.700.000
	8 FEB 2021 - 14 FEB 2021				10.650.000
	15 FEB 2021 - 20 FEB 2021				10.550.000
	22 FEB 2021 - 27 FEB 2021				11.000.000
	1 MARET 2021 - 6 MARET 2021				10.850.000
	8 MARET 2021 - 13 MARET 2021				11.900.000
	15 MARET 2021 - 20 MARET 2021				16.100.000
	22 MARET 2021 - 27 MARET 2021				8.800.000
	29 MARET 2021 - 3 APRIL 2021				9.100.000
	5 APRIL 2021 - 10 APRIL 2021				14.700.000
	12 APRIL 2021 - 17 APRIL 2021				12.675.000
	19 APRIL 2021 - 24 APRIL 2021				14.060.000
	26 APRIL 2021 - 1 MEI 2021				12.635.000
	3 MEI 2021 - 8 MEI 2021				16.500.000
	10 MEI 2021 - 15 MEI 2021				
	17 MEI 2021 - 22 MEI 2021				8.975.000
	24 MEI 2021 - 29 MEI 2021				14.275.000
	31 MEI 2021 - 5 JUNI 2021				12.175.000
	7 JUNI 2021 - 12 JUNI 2021				10.935.000
	14 JUNI 2021 - 19 JUNI 2021				13.000.000
	21 JUNI 2021 - 26 JUNI 2021				13.165.000
	28 JUNI 2021 - 3 JULI 2021				14.500.000
	5 JULI 2021 - 10 JULI 2021				13.800.000
	12 JULI 2021 - 17 JULI 2021				14.000.000

	19 JULI 2021 - 24 JULI 2021				17.525.000
	26 JULI 2021 - 31 JULI 2021				18.650.000
	2 AGUST 2021 - 7 AGUS 2021				12.850.000
	9 AGUST 2021 - 14 AGUS 2021				15.575.000
	16 AGUST 2021 - 21 AGUS 2021				15.830.000
	23 AGUST 2021 - 28 AGUS 2021				16.975.000
	30 AGUST 2021 - 4 SEPT 2021				15.575.000
	Total Belanja Material, Pekerjaan dan Gaji Tenaga Kerja FECABS				565.887.093

Lampiran 17. Hak Cipta FECABS (Prosedur)

 REPUBLIK INDONESIA KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA	
SURAT PENCATATAN CIPTAAN	
Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:	
Nomor dan tanggal permohonan	: EC00202156251, 20 Oktober 2021
Pencipta	
Nama	: Taufik Dwicahyono, Amarulla Octavian dkk
Alamat	: Jl. Purwakarta No. 6, RT 008/005, Menteng, Menteng, Jakarta Pusat, DKI JAKARTA, 10310
Kewarganegaraan	: Indonesia
Pemegang Hak Cipta	
Nama	: Taufik Dwicahyono, Amarulla Octavian dkk
Alamat	: Jl. Purwakarta No. 6, RT 008/005, Menteng, Menteng, Jakarta Pusat, DKI JAKARTA, 10310
Kewarganegaraan	: Indonesia
Jenis Ciptaan	: Buku Panduan/Petunjuk
Judul Ciptaan	: FERROCEMENT AUTONOMOUS BUOY SYSTEM (FECABS)
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	: 20 Oktober 2021, di Jakarta Pusat
Jangka waktu perlindungan	: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	: 000281718
adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon. Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.	
	a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS. NIP. 196611181994031001
Disclaimer: Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.	

Lampiran 18. Hak Cipta FECABS (Produk)



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202175293, 7 Desember 2021

Pencipta

Nama : **Taufik Dwicahyono, Amarulla Octavian dkk**
 Alamat : **Jl. Purwakarta No. 6, RT 008/005, Menteng, Menteng, Jakarta Pusat, DKI JAKARTA, 10310**
 Kewarganegaraan : **Indonesia**

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Taufik Dwicahyono, Amarulla Octavian dkk**
 Alamat : **Jl. Purwakarta No. 6, RT 008/005, Menteng, Menteng, Jakarta Pusat, DKI JAKARTA, 10310**
 Kewarganegaraan : **Indonesia**

Jenis Ciptaan : **Alat Peraga**
 Judul Ciptaan : **RANCANG BANGUN FECABS**
 Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : **7 Desember 2021, di Jakarta Timur**
 Jangka waktu perlindungan : **Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, dihitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.**
 Nomor pencatatan : **000312987**

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
 Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



an Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
 Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
 u.b.
 Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Dr. Syarifuddin, S.T., M.H.
NIP.197112182002121001

Disclaimer:
 Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

RIWAYAT HIDUP PENELITI



Nama Lengkap : Taufik Dwicahyono
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Alamat Rumah : Jl. Purwakarta No. 6, Menteng,
 Jakarta 10310

Riwayat Pendidikan

2019 - 2022	Universitas Pertahanan Program Doktoral/S3 Ilmu Pertahanan Konsentrasi Teknologi Pertahanan
2017 - 2017	LEMHANNAS RI (National Resilience Institute), PPSA XXI
1996 - 1999	Cranfield University, Aerospace Engineering PhD program (tidak diselesaikan)
1985 - 1995	Delft University of Technology, Netherlands, dengan gelar Sarjana dan Magister Teknik Dirgantara
1983 - 1984	Institut Pertanian Bogor (tidak diselesaikan)
1980 - 1983	SMA Negeri 3 Jakarta
1977 - 1980	SMP Negeri 20 Jakarta
1971 - 1976	SD Ria Persit KCK

Pengalaman Profesional

2021 - sekarang	PT. KIAN SANTANG MULIATAMA - Komisaris
2019 - sekarang	PT. WAHANA INDERA SENTOSA (Engineering in Aviation and Maritime Technology) – Presiden Komisaris
1997 - sekarang	PT. BUMINATA WISATA – Tour and Travel Advisor
1997 - sekarang	PT. DWI UPAYA SUKSES (Cargo Handling Company) - Komisaris
2015 - 2019	Kementerian Pertahanan Republik Indonesia (TELEMATIKA) – Penasehat Menteri

1995 - sekarang	PT. PRATIWI PUTRI SULUNG (Engineering, Procurement, Construction in Oil & Gas) – Presiden Komisaris
2015 - 2019	PT. CARITA BOAT INDONESIA (Ship and UAV Building and Services) – Direktur Pengatur
2014 - 2019	PT. BALMER LAWRIE INDONESIA (Foreign Joint Venture specializing in Grease and Lubricants) - Komisaris
2005 - 2015	PT. TRIDAYA SEMESTA (Property Development Company) - Komisaris
2004 - 2012	PT. PRADHA DIPTA INDAH (Pottery) – Direktur Utama
1996 - 2001	BANK SINAR HARAPAN BALI - Komisaris
1995 - 2004	PT. UNIVERSAL DELTA LINES (Oil tankers) – Presiden Komisaris

Pengalaman Organisasi

2005 - sekarang	Bekerja sebagai Ketua Yayasan Bina Tunas Bangsa Indonesia, untuk mengatur dan melatih anak-anak dan remaja dalam olahraga.
	Menyelenggarakan marching band untuk anak-anak dan remaja tahun 2006 - 2018, kerjasama dengan Kementerian Pemuda dan Olahraga
	Menyelenggarakan klub sepak bola, FC IKANED di Senayan untuk anak yang kurang beruntung tetapi berbakat, pada tahun 2005 - 2015
	Menyelenggarakan kompetisi sepak bola “MENPORA CUP” pada tahun 2005 – 2012, kerjasama dengan Kementerian Pemuda dan Olahraga
	Bekerja sebagai Manajer/Pengawas Tim Nasional Sepak Bola Mahasiswa U-15 di 2008 – 2012, kerjasama dengan Kementerian Pemuda dan Olahraga
	Bekerja sebagai Manajer Tim Nasional Sepak Bola U-16, kerjasama dengan Persatuan Sepak Bola Seluruh Indonesia (PSSI)
2008 - 2019	Dipercaya sebagai Ketua IKANED (Ikatan Alumni Belanda, kerjasama dengan Kedutaan Besar Indonesia Belanda)
2010 - 2012	Bertindak sebagai salah satu pengurus Yayasan Putra Putri Kampus Indonesia (YPPKI). Mengadakan acara untuk memilih

siswa berbakat dari universitas di Indonesia, untuk
memajukan Indonesia di bidang pendidikan dan kebudayaan