

ISSN : 2355-9586

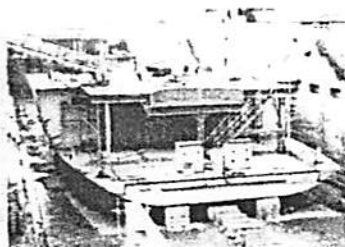
# SENATEK

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI KELAUTAN

Semarang, 30 Juni 2014

### “Perkembangan Dunia Maritim Di Indonesia”



PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS DIPONEGORO

Didukung Oleh :



**Prosiding Seminar Nasional Teknologi Kelautan “Perkembangan Dunia Maritim di Indonesia”, Semarang, 30 Juni 2014**

---

**DAFTAR ISI**

- 1. Pemberdayaan Industri Galangan Kapal Tradisional Untuk Meningkatkan Produk Kapal Kayu Dengan KKN Tematik**  
Andi Trimulyono<sup>1</sup>, Ari Wibawa B S (1-7)
- 2. Pengembangan Desain Parametrik Hullform Kapal Selam Untuk Optimisasi Performa Kapal Selam Dalam Rangka Meningkatkan Kualitas Alutsista Laut Di Wilayah Perairan Indonesia**  
Deddy Chrismianto, Ahmad F Zakki, Berlian Arswendo (8-13)
- 3. Studi Aplikasi Kapal Purse Seine Dikaji Dari SNI 01-7329-2006 Di Pelabuhan Perikanan Pantai Bajomulyo, Kabupaten Pati, Jawa Tengah)**  
Herry Boesono, Lia Anggraeni, Dian Ayunita (14-22)
- 4. Penggunaan Marking Table Untuk Pengukuran Dimensi Model Uji Kapal Tipe V-Form**  
Meitha Soetardjo (23-28)
- 5. Optimalisasi Armada Penangkapan Ikan Pelagis Besar Di Perairan Pulau Ambon**  
Obed Metekohy (29-35)
- 6. Karakteristik Kapal Ikan Tradisional Tipe Daerah Batang Jawa Tengah Dengan Menggunakan Sistem Palka Ikan Hidup**  
Eko Sasmito Hadi, Heri Boesono, Ari Wibawa BS (36-43)
- 7. Perbandingan Teknis Ukuran Utama Dan Hambatan Kapal Plat Datar Dengan Kapal Plat Lengkung Sebagai Perlengkapan Penangkap Cumi-Cumi**  
Sapto Wirato Satoto (44-49)
- 8. Uji Terap Kapal Katamaran**  
R. Sapto Pamungkas K, Sigit Priyo S, Nanang Setiyobudi, (50-56)
- 9. Pengukuran Kapal Ikan Tradisional Untuk Pantai Teluk Penyu Kabupaten Cilacap**  
Samuel, Kiryanto (57-64)
- 10. Rancang Bangun Modular Floating Paving Pontoon (Trotoar Terapung) Sebagai Alat Apung Multi Guna Untuk Menunjang Sistem Evakuasi Bencana Banjir**  
Ahmad Fauzan Zakki, Aulia Windyandari, Berlian Arswendo Adietya (65-71)
- 11. Perancangan Desain Sistem Palka Untuk Ikan Hidup Pada Kapal Layar Motor Katamaran**  
Parlindungan Manik, Sarjito Jokosisworo (72-79)

## RANCANG BANGUN MODULAR FLOATING PAVING PONTOON (TROTOAR TERAPUNG) SEBAGAI ALAT APUNG MULTI GUNA UNTUK MENUNJANG SISTEM EVAKUASI BENCANA BANJIR

Ahmad Fauzan Zakki<sup>1</sup>, Aulia Windyandari<sup>2</sup>, Berlian Arswendo Adietya<sup>1</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2)</sup> Program Diploma Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: [ahmadfzakki@undip.ac.id](mailto:ahmadfzakki@undip.ac.id)

### Abstrak

Adanya kelemahan dari alat evakuasi berupa perahu karet dan perahu motor tempel yaitu kapasitas penumpang yang kecil, sehingga tidak dapat secara spontan mengevakuasi korban banjir secara masal. Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan usaha untuk mengembangkan alat apung alternatif untuk membantu proses evakuasi banjir. Tujuan utama penelitian ini adalah rancang bangun modular floating paving pontoon (trotoar apung) sebagai alat apung multi guna untuk menunjang sistem evakuasi bencana banjir. Desain modular floating paving pontoon yang akan dikembangkan diharapkan mampu menjadi solusi alternatif terhadap kebutuhan alat evakuasi korban akibat bencana banjir. Hasil dari pengembangan desain didapatkan ukuran utama yang diusulkan, yaitu panjang 50 cm, lebar 50 cm, tinggi 40 cm. Simulasi kekuatan struktur dengan metode elemen hingga didapatkan maksimum stress adalah  $8,43 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  (Pascal) pada node 2228, minimum stress sebesar  $28,8 \text{ N/m}^2$  pada node 1792, maksimum defleksi  $5,56 \times 10^{-6} \text{ m}$ .

Kata kunci: modular floating paving pontoon, trotoar apung, alat evakuasi bencana banjir

### 1. PENDAHULUAN

Pada musim penghujan di beberapa wilayah di Indonesia sangat rawan terjadi banjir. Seperti halnya yang terjadi pada awal tahun 2013, jalan protokol Thamrin dan Sudirman juga terkena banjir. Ketika musim hujan, curah hujan bisa tiga sampai empat kali lipat dari curah hujan normal. Berdasarkan data dari badan meteorologi dan geofisika (BMG), besarnya curah hujan untuk wilayah Jakarta mencapai 180-200 milimeter per hari, lihat gambar 1, [1]. Bahkan pada bulan Januari 2013 curah hujan mencapai rekor tertinggi sebesar 250-300 milimeter perhari. Tingginya curah hujan ini dapat mengakibatkan bencana ekologis yang berupa banjir, kelumpuhan ekonomi total dan krisis air bersih.

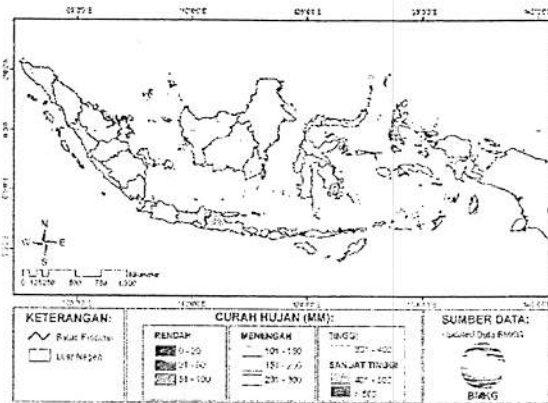
Banjirnya ibukota Jakarta tercatat selain diakibatkan tingginya curah hujan sejak Desember 2012, juga disebabkan oleh sistem drainase yang buruk, dan jebolnya berbagai tanggul di wilayah Jakarta, banjir ini juga disebabkan meningkatnya volume 13 sungai yang melintasi Jakarta. Tercatat

Bogor, Bekasi, Depok, dan Tangerang juga mengalami hal yang sama pada masa ini.

Menurut perkiraan Gubernur DKI Jakarta, banjir ini telah menyebabkan kerugian hingga Rp 20 Triliun, [2]. Sementara pengusaha, melalui Ketua Asosiasi Pengusaha Indonesia Sofjan Wanandi, mengklaim terjadinya kerugian ekonomi lebih dari Rp 1 Triliun. Selain itu Rp 1 Miliar harus dikeluarkan untuk menyiapkan kebutuhan pengungsi, [3]. Perusahaan Listrik Negara juga memiliki taksiran kerugian 116 Miliar akibat terganggunya fungsi pembangkit dan peralatan distribusi dan transmisi yang mengalami kerusakan akibat tergenang air, [4].

Badan Nasional Penanggulangan Bencana menyatakan jumlah resmi korban yang tercatat selama banjir Jakarta 2013, pada tanggal 18 Januari 2013, adalah 12 orang, dengan rincian 5 orang karena disetrum listrik, 2 orang karena kedinginan, 2 orang karena terpeleset atau jatuh, 1 orang karena hanyut, 1 orang karena usia lanjut, dan 1 orang sudah ditemukan meninggal di rumah,

[5]. Data ini diperbaharui kembali pada tanggal 22 Januari menjadi 20 korban jiwa, dan 33.502 orang terpaksa mengungsi, [6].



Gambar 1. Distribusi Curah Hujan Periode Pebruari 2013, [1]

Berbagai upaya dilakukan untuk mengatasi berbagai masalah yang terjadi selama banjir, antara lain dengan memperbaiki tanggul, pendirian posko bantuan di titik-titik yang terkena banjir, relokasi pengungsi ke rumah susun, hingga pengumuman status darurat banjir. Upaya-upaya ini haruslah didukung dengan fasilitas dan peralatan yang memadai.

Peralatan yang digunakan untuk evakuasi banjir biasanya menggunakan perahu karet, motor boat kecil yang dilengkapi motor tempel dan gerobak dorong, Gambar 2 dan 3. Peralatan-peralatan ini memiliki kelebihan yaitu ukuran yang kecil dan dapat masuk kedalam gang-gang kecil yang tergenang oleh banjir. Namun kelemahan dari perahu karet dan perahu motor tempel adalah kapasitas penumpang yang kecil sehingga tidak dapat secara spontan mengevakuasi korban banjir secara masal. Oleh karena itu diperlukan alat apung alternatif untuk membantu proses evakuasi banjir dengan memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Tetap stabil bila diberi beban berat
2. Merupakan alat apung yang multiguna
3. Memiliki respon cepat bila dibutuhkan (quick to deploy)
4. Dapat beroperasi pada sarat dangkal

5. Mampu mengakomodasi korban cacat dan suplai makanan atau obat2an
6. Mampu memberikan sarana transportasi darurat.



Gambar 2. Perahu karet dan kayu untuk evakuasi korban banjir

Adanya kebutuhan akan alat evakuasi korban banjir, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain *modular floating paving pontoon* (trotoar terapung) sebagai alat apung multiguna untuk menunjang proses evakuasi korban bencana banjir. Desain *modular floating paving pontoon* yang akan dikembangkan diharapkan mampu menjadi solusi alternatif terhadap kebutuhan alat evakuasi korban akibat bencana banjir.



Gambar 3. Gerobak untuk evakuasi korban banjir

## 2. STATE OF THE ART

Pontoon adalah struktur berongga dan kedap udara ataupun kedap air, terisinya rongga ponton dengan udara maka pontoon akan memiliki daya apung (buoyancy) di atas permukaan air. Tujuan ruangan rongga dalam pontoon biasanya adalah untuk memberikan gaya apung bukan sebagai tempat penyimpanan. Struktur pontoon sering digunakan dalam industri perkapalan dan industri maritim sebagai alat apung multiguna dalam mendukung aktivitas bisnis di atas permukaan air, seperti: floating crane, dok apung dan sebagainya. Beberapa ponton juga diaplikasikan sebagai alat angkat dalam air, dengan cara menenggelamkan ponton kedalam laut, dan diposisikan dibawah objek yang akan diangkat kemudian udara dipompakan kedalam rongga ponton sehingga ponton akan memiliki daya apung untuk mengangkat objek tersebut. Ponton juga digunakan dalam bentuk modul-modul yang dirangkai yang dikenal sebagai modular pontoon. Aplikasi modular pontoon salah satunya adalah pontoon bridge dan dermaga apung.

Sejarah perkembangan teknologi ponton sebagai alat apung dapat dilihat dari evolusi teknologi pontoon bridge. Berdasarkan catatan sejarah melalui buku shing chi jembatan pontoon pertama kali ditemukan pada abad kesebelas sebelum masehi. Namun berdasarkan sejarawan Joseph Needham, jembatan ponton ditemukan sekitar abad kedelapan dan kesembilan sebelum masehi, [7]. Pada abad kelima sebelum masehi, jembatan ponton juga digunakan di masa

pemerintahan kekaisaran Raja Darius untuk menghubungkan benua Asia dan Eropa di sungai Bosphorus, [8]. Pada era modern, ponton banyak digunakan untuk kepentingan angkatan perang dan warga sipil dalam perang dunia. Jembatan ponton ini digunakan untuk memfasilitasi operasi militer. Selain itu di era modern, jembatan ponton juga banyak digunakan sebagai konstruksi jembatan untuk menghubungkan daerah yang terpisah oleh air. Empat dari lima jembatan ponton terpanjang di dunia terdapat di Washington.

Jembatan ponton memberikan gagasan untuk memperluas aplikasi modular pontoon sebagai alat apung multiguna, khususnya menjadi trotoar apung. Berdasarkan karakteristik ponton sebagai alat apung dan ide untuk membuat sarana apung yang terdiri dari modul-modul ponton yang dapat dibongkar pasang (knockdown system), trotoar apung (floating paving pontoon) akan dikembangkan untuk mendukung evakuasi bencana banjir.

Beberapa artikel telah direview untuk menunjang pengembangan desain modular floating paving pontoon (trotoar apung). Artikel-artikel ini mayoritas berhubungan dengan karakteristik ponton sebagai jembatan ponton atau very large floating structure (VLFS). Wu and Shih, [9] mempelajari getaran elastis dari floating bridge dengan beban bergerak (moving load), ponton dianggap sebagai balok ramping yang diletakkan pada pondasi elastis. Analisis respon hidroelastis dari jembatan ponton dalam kondisi gelombang dengan domain frekuensi, telah dilakukan oleh Ueda [10-12], Oka [13] dan Ikegami [14]. Ikegami telah memverifikasi solusi numerik dengan uji model elastis skala besar. Struktur jembatan ponton telah dimodelkan dengan menggunakan metode elemen hingga dan pengaruh fluida telah ditentukan dengan menggunakan metode elemen batas dalam lingkup teori linier. Untuk domain waktu Watanabe, [15] telah menganalisis perilaku hidroelastis dan perhitungan pengaruh memori terhadap redaman gelombang. Ertekin, [16] menganalisis respon hidroelastis jembatan ponton yang terkoneksi secara mekanis dengan beban bergerak dan statis, beban arus dan beban eksternal lainnya.

Berdasarkan review artikel-artikel di atas, penelitian ini bermaksud untuk mengaplikasikan

metode analisis hidroelastis pada floating bridge untuk pengembangan desain modular floating paving pontoon (trotoar apung). Analogi antara karakteristik struktur floating bridge dengan struktur modular floating paving pontoon, digunakan untuk mengkaji karakteristik struktur dalam sebuah analisis numerik.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum penelitian ini terdiri dari 2 tahun. Pada tahun pertama akan menghasilkan model bentuk *modular floating paving pontoon* (trotoar apung), serta dimensi dari ukuran utama yang akan digunakan sebagai alat evakuasi korban bencana banjir. Desain trotoar apung dilengkapi dengan analisis hidrostatik, stabilitas dan gerakan di atas air pada tiap-tiap kondisi pembebanan. Pada tahun kedua akan dilakukan rancang bangun prototipe trotoar apung hasil desain tahun pertama, analisis produksi dilakukan untuk mendapatkan proses produksi yang tepat dan murah.

#### 2.1. Kegiatan pada tahun ke-1

Pada tahun pertama, pengembangan bentuk lambung (hullform) akan difokuskan untuk mendapatkan bentuk lambung yang sesuai dengan kebutuhan karakteristik modular floating paving pontoon. Implementasi metode perancangan statistik dan ponton pembandingan lebih banyak digunakan untuk menentukan ukuran utama ponton. Selanjutnya analisis numerik khususnya untuk mengkaji kinerja lambung akan dilakukan yang meliputi: stabilitas, hambatan dan propulsi ponton, dan gerak ponton. Simulasi ini diperlukan untuk mencari nilai optimal dari berbagai parameter tetap dan parameter peubah.

##### Parameter Tetap Pada kapal :

Dimensi properties dari masing – masing lambung ponton.

- Panjang lambung (m)
- Lebar Lambung (m)
- Tinggi sarat (m)
- Tinggi Geladak (m)

##### Parameter peubah ponton :

- Dimensi sistem modul ponton (panjang, lebar dan tinggi dalam meter)

- Letak atau posisi objek muatan yang terletak diatas trotoar apung (m)

#### Langkah – langkah penelitian pada tahap pertama

1. Penentuan ukuran utama yang akan digunakan sebagai dasar perancangan hull form dari trotoar apung. Pengumpulan beberapa ponton yang sudah ada akan digunakan sebagai ponton pembandingan. Beberapa faktor yang mempengaruhi desain rancangan akan dipertimbangkan dalam proses penentuan Hullform ponton yang dikembangkan. Faktor-faktor tersebut meliputi sebagai berikut:

- Dimensi modul ponton yang akan dirakit menjadi trotoar apung.
- Perencanaan besarnya Tonnes Lifting Capacity (TLC) pontoon yang akan dibuat.
- Penentuan sarat dan displasemen pontoon.
- Penentuan sistem pengikatan sambungan antar modul ponton.

2. Setelah diketahui letak dan beban dari trotoar apung, kemudian dilakukan perhitungan hidrostatik dan stabilitas pada setiap tinggi sarat ponton. Perhitungan stabilitas dipergunakan untuk mencari nilai sudut olengan kapal ( $^{\circ}$ ) dan periode oleng (detik). Ini dilakukan untuk melihat pengaruh pembebanan tidak merata terhadap struktur trotoar apung. Untuk perhitungan hidrostatik dipergunakan untuk mendapatkan parameter hidrostatik ponton antara lain,

- Volume : Displaced volume ( $m^3$ )
- Displ. : Displacement (ton)
- LCB : Longitudinal center of buoyancy, measured from the aft perpendicular at  $X=0.0$  (m)
- VCB : Vertical center of buoyancy, measured from the lowest point of the hull (m)
- $C_b$  : Block coefficient
- $A_m$  : Midship section area ( $m^2$ )
- $C_m$  : Midship coefficient
- $A_w$  : Waterplane area ( $m^2$ )
- $C_w$  : Waterplane coefficient
- LCF : Waterplane center of floatation (m)
- CP : Prismatic coefficient

- S : Wetted surface area (m<sup>2</sup>)
  - K<sub>Mt</sub> : Vertical of transverse metacenter (m)
  - K<sub>ML</sub> : Longitudinal transverse metacenter (m)
3. Parameter hidrostatis pada tahap sebelumnya diketahui, kemudian dipergunakan untuk menghitung hambatan dan propulsi ponton. Ini dimaksudkan untuk mengetahui daya mesin yang diperlukan untuk mendorong ponton dengan kecepatan tertentu.
  4. Pada langkah ini diadakan perhitungan terhadap parameter gerakan ponton yang disebabkan oleh gelombang laut, maupun interaksi antara badan trotoar apung dengan gerakan dari gelombang laut.
  5. Mengulangi langkah 2 sampai 4 dengan merubah dimensi modul ponton sesuai dengan perbandingan nilai *vertical of gravity* dan *longitudinal Centre Bouyancy* lambung ponton. Karena beban di atas trotoar apung sangat berpengaruh pada aspek stabilitas, kecepatan dan gerakan ponton. Pada langkah ini juga dilakukan pengecekan terakhir pada setiap nilai parameter stabilitas apakah sudah sesuai dengan persyaratan IMO dan SOLAS.
  6. Mengulangi langkah 2 dan 5 untuk setiap klasifikasi dimensi ponton yang ada.
  7. Kemudian diadakan seleksi ponton dengan parameter nilai stabilitas terbaik, dan kemudian dibuatkan model ponton yang berbahan dari kayu, dengan data ordinat yang berasal dari langkah sebelumnya lengkap dengan dimensi.

## 2.2. Kegiatan pada tahun ke-2

Pada penelitian tahun kedua ini, menitik beratkan pada pembuatan prototipe dan pengembangan desain proses produksi modular floating paving pontoon yang sesuai dengan desain ponton yang telah didapatkan pada tahun pertama. Analisis biaya produksi juga akan dibuat untuk mendapatkan besarnya harga produksi trotoar apung.

Langkah – langkah penelitian pada tahun kedua sebagai berikut :

1. Pengembangan desain proses produksi dari modular floating paving pontoon telah didapatkan pada tahun pertama

2. Penentuan breakdown proses dan produk modular floating paving pontoon
3. Analisis biaya produksi dari sebuah modul ponton yang diproduksi, pada saat pembuatan prototipe trotoar apung
4. Perencanaan prosedur accuracy control dalam produksi modul ponton
5. Uji terap dari produk yang dihasilkan yaitu berupa prototipe modul ponton trotoar apung.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain ponton modular dikembangkan diawali dengan menentukan dimensi utama yang meliputi panjang, lebar dan tinggi. Penentuan panjang dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan dalam penyimpanan apabila ponton tersebut dibongkar, sehingga dalam hal ini panjang dan lebar ponton dibuat sama yaitu sebuah bujur sangkar. Berdasarkan pertimbangan di atas panjang dan lebar ponton diusulkan sebesar 50 cm × 50 cm.

Penentuan tinggi ponton ditentukan dengan pertimbangan besarnya sarat yang diperlukan dan freeboard ponton. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka ditentukan besarnya tinggi ponton modular adalah 40 cm, lihat gambar 4.



Gambar 4. Gambar design *Modular Floating*

Geometri desain yang telah didapatkan, kemudian direncanakan sistem konstruksi yang digunakan agar ponton yang direncanakan mampu menahan beban yang diberikan. Berdasarkan sistem penguatan yang direncanakan maka terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu :

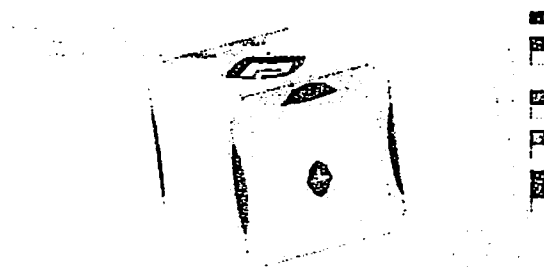
1. *Hollow Type* (kotak kosong)
2. *Suffened Box Type* (kotak berpenegar)

### 3. *Polyurethane Filled Type* (kotak diisi *polyurethane*)

Ketiga tipe ponton modular tersebut kemudian dievaluasi kekuatannya dengan menggunakan metode elemen hingga. Pembuatan model FE dilakukan dengan menggunakan elemen quadrilateral. Pemodelan pembebanan diberikan dengan asumsi bahwa ponton tersebut di bebani seberat truk berukuran kecil. Hasil dari analisis metode elemen hingga adalah sebagai berikut, (lihat gambar 5):

- Maksimum stress yang didapat  $8,43 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  (Pascal) pada node 2228
- Minimum stress sebesar 28,8 pascal pada node 1792
- Maksimum defleksi yang didapatkan adalah  $5,56 \times 10^{-6} \text{ m}$ .

Berdasarkan karakteristik kekuatan bahan FRP (*Fiber Reinforced Plastic*), maka kekuatan ponton modular dinyatakan memenuhi kriteria yang ada, sehingga aman untuk digunakan sebagai alat evakuasi.



Gambar 5. Distribusi tegangan ponton modular pada analisis elemen hingga

Tahapan selanjutnya adalah mendapatkan besarnya biaya produksi untuk tiap-tiap unit dari ponton modular yang diusulkan. Dari hasil analisis biaya, jika di bandingkan dengan harga jual Modular Floating Pontoon yang berbahan Plastik HDPE yang di jual di pasaran dengan harga Rp. 3.500.000 per meter<sup>2</sup> (4 buah Pontoon). Modular Floating Pontoon dengan bahan Fiberglass ini lebih murah yaitu:

- Modular Floating Pontoon kosong (*Hollow Type*) Rp.343.500,- / satu modular atau Rp.1.514.000,- / meter<sup>2</sup>

- Modular Floating Pontoon dengan sekat (*Stiffened Box Type*) Rp.456.000,- / satu modular atau Rp.1.964.000,- / meter<sup>2</sup>
- Modular Floating Pontoon dengan Polyurethane (*Polyurethane Filled Type*) Rp.531.500,- / satu modular atau Rp.2.266.000,- / meter<sup>2</sup>

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu Pembuatan desain prototype modular floating pontoon, maka dapat disimpulkan beberapa informasi sebagai berikut :

- Telah diusulkan Desain Modular Floating Pontoon Berbahan Fiber dengan dimensi sebagai berikut :  
Panjang : 50 cm  
Lebar : 50 cm  
Tinggi : 40 cm
- Berdasarkan hasil evaluasi kekuatan struktur dengan menggunakan metode elemen hingga menunjukkan bahwa konstruksi ponton modular memiliki kekuatan yang aman untuk digunakan sebagai alat evakuasi banjir.
- Dari hasil analisis biaya, bila di bandingkan dengan harga jual Modular Floating Pontoon yang berbahan Plastik HDPE yang di jual di pasaran dengan harga Rp. 3.500.000 per meter<sup>2</sup> (4 buah Pontoon), maka *Modular Floating Pontoon* dengan bahan Fiberglass ini lebih murah, yaitu berkisar antara Rp.1.500.000,- untuk *Hollow Type* sampai dengan Rp. 2.500.000,- untuk *Polyurethane Filled Type*.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan meteorologi, klimatologi dan geofisika. "Distribusi curah hujan periode bulan pebruari 2013".  
<http://www.bmkg.go.id/BMKG/PusatKlimatologi/InformasiHujanBulanan.bmkg>
- Anonim. "Kerugian Akibat Banjir Jakarta Diperkirakan Rp 20 Triliun", diakses dari situs kantor berita Antara (<http://www.antaraneews.com/berita/354430/kerugian-akibat-banjir-jakarta-diperkirakan-rp20-triliun>), 2013
- Anonim. "Banjir Jakarta Kerugian Ekonomi Capai Rp 1 Triliun". diakses dari situs berita

- Kompas  
(<http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2013/01/21/0755459/BanjirJakarta.Kerugian.Ekonomi.Capai.Rp.1.Triliun>), 2013
- [4] Anonim. "Kerugian PLN Akibat Banjir Jakarta Naik Menjadi Rp 116 Miliar, diakses dari situs berita liputan6 (<http://bisnis.liputan6.com/read/497642/kerugian-pln-akibat-banjir-jakarta-naik-jadi-rp-116-miliar>), 2013
- [5] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. "12 Meninggal Akibat Banjir di Jakarta, diakses dari situs Badan Nasional Penanggulangan Bencana (<http://www.bnpb.go.id/news/read/1200/12-meninggal-akibat-banjir-jakarta>), 2013
- [6] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. "Banjir Jakarta, 20 Meninggal dan 33502 Masih Mengungsi, diakses dari situs BNPB". (<http://www.bnpb.go.id/news/read/1217/banjir-jakarta-20-meninggal-dan-33502-masih-mengungsi>), 2013.
- [7] Needham. "Civil Engineering and Nautics". *Science and Civilisation in China*, Cambridge Univ. Press, volumes 4, part 3 pp160,1971
- [8] Anonim. "The history of Herodotus — Volume 2 by Herodotus - Project Gutenberg" (<http://www.gutenberg.org/etext/2456>). Gutenberg.org. 2001-01-01. Retrieved 2010-09-02, 2010.
- [9] Wu JS, Shih PY. Moving-load-induced vibrations of a moored floating bridge. *Computers and Structures* 1998;66(4):435-61.
- [10] Ueda S, Oka S, Kumamoto N, Inoue K, Seto H. Design procedures and computational analysis of motions and deformations of floating bridge subjected to wind and waves. In: Proc. of the Third Asian-Pacific Conference on Computational Mechanics; 1996.
- [11] Ueda S, Seto H, Kumamoto N, Inoue K, Oka S. Behavior of floating bridge under wind and waves. In: Proc. of the international workshop on very large floating structures; 1996.
- [12] Ueda S, Maruyama K, Ikegami K, Seto H, Kumamoto N, Inoue K. Experimental study on the elastic response of a movable floating bridge in waves. In: Proc. of the international workshop on very large floating structures; 1989.
- [13] Oka S, Kumamoto K, Inoue K, Ikegami K, Seto H, Ueda S, et al. Elastic response analysis method for floating bridges in waves. *Mitsubishi Technical Review* 2000;37(2).
- [14] Ikegami K, Kumamoto N, Inoue K, Oka S, Seto H, Ueda S, et al. Elastic response of floating bridge in waves. In: Proc. of the 20th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, OMAE'01, Rio de Janeiro, NJ, Brazil; 2001. OMAE2001/OSU-5151.
- [15] Watanabe E, Utsunomiya T, Murakoshi J, Fumoto K, Tanaka H, Nagata S, et al. Development of dynamic response analysis program for floating bridges subjected to wind and wave loadings. In: Proc. Int. Sym. on Ocean Utilization Technology; Jan. 28-31, 2003. Tokyo, Japan.
- [16] Ertekin RC, Riggs HR, Kim JW, Demirebilek Z. Hydroelastic analysis of floating bridges in current. OMAE2001/OSU-5029.

SK Rektor : No. 916/UN7.P/1HK/2014



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO

# SERTIFIKAT

Diberikan Kepada

**AHMAD FAUZAN ZAKKI**

Sebagai Pemakalah pada Seminar Nasional Teknologi Kelautan  
dengan Tema  
"Perkembangan Dunia Maritim Di Indonesia"

