

# **STUDI EKSPERIMEN MATERIAL GRC (*GLASSFIBER REINFORCED CONCRETE*) SEBAGAI BAHAN DASAR PADA *MODULAR FLOATING PONTOON***

Dan Fianca<sup>1</sup>, Ahmad Fauzan Zakki<sup>1</sup>, Parlindungan Manik<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Email : danfianca@student.undip.ac.id

## **Abstrak**

*Modular floating pontoon* adalah ponton berbentuk kubus yang diaplikasikan dengan mengaitkan satu ponton dengan ponton lainnya membentuk formasi yang diinginkan. Saat ini, pada industry maritime *modular floating pontoon* digunakan sebagai dermaga dan jetty di daerah pesisir. Pada umumnya, ponton terbuat dari HDPE dan baja yang memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Penelitian ini bertujuan mencari alternative bahan pembuat ponton. Material GRC (*Glassfiber Reinforced Concrete*) dipilih sebagai bahan yang digunakan sebagai alternative bahan *modular floating pontoon*. GRC dipilih, untuk menutupi kekurangan dari bahan HDPE dan Baja. Pengujian kekuatan dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari material ini. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat lentur dan uji kuat impact. Uji kuat lentur dilaksanakan berdasarkan SNI 4431:2011. Sedangkan uji kuat impact berpedoman pada ACI 544.2R-89. Setelah dilakukan pengujian, didapat nilai kekuatan lentur dari material GRC sebesar 4,53 Mpa dan kekuatan impact untuk n1 (retak pertama) dan n2 (Final Failure) berturut-turut adalah 34,29 kN.mm dan 89,154 kN.mm. Dengan ukuran 500mmx500mmx450mm dan tebal 40 mm dengan 3,5% kandungan serat gelas, berat ponton adalah 90,35 kg.

Kata Kunci: *Modular Floating Pontoon*, GRC, Beton Berpenguat Serat, SNI, ACI

## **Abstract**

*Modular floating pontoon* is a cuboid pontoon that applied with connecting one pontoon to another forming the required formation. Today, in maritime industry *modular floating pontoon* is use as quay and jetty in seashore area. Generally the *modular floating pontoon* is made from HDPE or Steel with each advantages and disadvantages. The goal of this research is to find an alternative material to build *modular floating pontoon*. GRC (*Glassfiber Reinforced Concrete*) is selected as an alternative material to build *modular floating pontoon*. GRC is chosen to recover the disadvantages of HDPE and Steels. To determine the material reliability to be built as *modular floating pontoon*, it is necessary to test the strength properties of this material. The test were conducted are *Flexural Test* and *Impact Resistance Test*. *Flexural test* conducted based on SNI 4431-2011 and then *Impact Resistance Test* guided by ACI 544.2R89. The result of the test shown that *Flexural value* from GRC Material is 4,53 Mpa and *Impact Resistance value* for n1 (first crack) and n2 (final failure) consecutively are 34,29 kN.mm and 89,154 kN.mm. With the dimension of 500mmx500mmx450mm and the thickness is 40 mm by 3,5% fiberglass occurrence, the weight of *modular floating pontoon* is 90,35 Kg.

Keyword: *Modular Floating Pontoon*, GRC, Fibercement, SNI, ACI

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara Kepulauan terbesar di dunia, dan merupakan salah satu Negara Maritim terbesar di dunia. Dengan kondisi seperti itu industri maritime Indonesia berkembang dengan baik, termasuk dalam bidang perkapalan dan berbagai macam alat apung untuk mendukung industry maritim salah satunya ponton.

Ponton adalah suatu perangkat apung serba guna yang memiliki rongga dan kedap udara sehingga memiliki kemampuan untuk mengapung, dan mampu untuk diberikan beban. Pada industry perkapalan dan industry maritim Ponton digunakan untuk membuat perahu, rakit, tongkang, dermaga, jembatan dan alat apung lainnya.

Pada umumnya, dalam industry perkapalan dan industry maritim modular floating pontoon terbuat dari bahan dasar baja dan juga HDPE (*High Density Polyethylene*). Kedua bahan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing dari segi ekonomis, kekuatan, dan kapasitasnya. Ponton berbahan dasar baja memiliki massa yang relatif besar dan sebaliknya ponton berbahan dasar HDPE memiliki massa yang lebih ringan tapi dengan kekuatan yang lebih kecil dari pontoon yang terbuat dari baja. Oleh karena itu lah penulis ingin melakukan suatu penelitian mengenai alternatif bahan baku pembuat modular floating pontoon.

Berdasarkan latar belakang di atas, Material GRC diusulkan untuk menjadi bahan dasar dalam pembuatan modular floating pontoon, nantinya GRC bisa menghasilkan pontoon dengan bahan alternatif yang memiliki massa yang ringan namun memiliki nilai kekuatan tinggi. Hasil penelitian diharapkan akan berguna bagi pihak-pihak yang terkait secara langsung maupun tidak langsung dalam pembangunan modular floating pontoon yang multiguna ini.

- **Perumusan Masalah**

1. Penentuan persentase kandungan serat gelas yang dicampurkan dalam campuran semen dan agregat sebagai bahan dasar *modular floating pontoon*.

2. Penentuan massa struktur *modular floating pontoon* yang berbahan dasar GRC.
3. Penentuan kekuatan lentur material GRC.
4. Penentuan kekuatan impak material GRC

- **Batasan Masalah**

1. Bahan dasar dalam penelitian ini adalah material GRC (Glass Reinforced Concrete)
2. Penelitian yang dilakukan menggunakan persentase campuran serat gelas yang ditentukan.
3. Pengujian kekuatan struktur pontoon yang dilakukan adalah uji kuat lentur dan uji impak (drop weight test).
4. Uji Impak yang dilakukan pada penelitian ini adalah drop weight test, dan hanya untuk mengetahui energi yang dapat diserap oleh ponton sampai retak dan hancur.
5. Hasil dari eksperimen ini hanya akan membahas hasil dari uji lentur dan uji impak dari material GRC yang akan dibuat

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan massa struktur pontoon yang berbahan dasar material GRC
2. Mendapatkan kekuatan material pembangun pontoon yang berbahan dasar material GRC

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

- **Definisi Ponton**

Ponton adalah suatu perangkat apung serba guna berupa struktur berongga yang kedap udara dan kedap air. Dengan adanya rongga yang terisi dengan udara, pontoon memiliki kemampuan untuk mengapung, dan mampu untuk diberikan beban. Pada industry perkapalan dan industry maritim Ponton digunakan untuk membuat perahu, rakit, tongkang, dermaga, jembatan dan alat apung lainnya

- **Definisi GRC**

*Glassfiber Reinforced Concrete* (GRC) adalah material komposit yang terdiri dari semen Portland, pasir mortar, diperkuat dengan serat gelas. GRC bisa saja mengandung material pengisi tambahan dan campuran lain jika dibutuhkan (National Precast Concrete Association Australia, 2006).

Menurut British Standard Institution *Glassfiber Reinforced Concrete* (GRC) adalah material yang terbuat dari campuran pasta semen-pasir yang diperkuat dengan serat kaca.

GRC merupakan gabungan dari dua material yang memiliki sifat berbeda, nilai kuat tekan yang tinggi namun lemah dalam nilai kuat lentur merupakan sifat dari campuran semen-pasir yang sudah mengeras. Sedangkan serat gelas memiliki nilai kuat lentur yang baik. Kombinasi dari kedua material ini akan menciptakan material komposit yang memiliki perpaduan kedua sifat dari semen-pasir atau beton dan serat gelas, baik itu sifat yang kuat menahan tekan, lentur, lentur maupun geser (Adhika P Anindyajati, 2006).

Dari beberapa pendapat yang ada tentang *Glassfiber Reinforced Concrete* (GRC) dapat disimpulkan bahwa GRC merupakan material komposit yang tersusun dari semen, pasir, air, dan bahan tambahan jika dibutuhkan yang diperkuat dengan serat gelas.



Gambar 1 Gedung Widjojo Center, Jakarta Indonesia

- **Pengujian Kekuatan GRC**

- a) **Uji Kuat Lentur**

Struktur beton pada bangunan, pada dasarnya harus mampu menahan gaya yang bekerja seperti gaya tekan dan lentur yang didapat dari energy dari luar seperti tekanan air pada bangunan air, tekanan kendaraan pada jembatan, tekanan angin pada gedung, dan sebagainya. Struktur beton haruslah aman terhadap gaya-gaya tersebut. Maka dari itu, struktur beton harus memenuhi syarat tertentu agar bangunan tidak mengalami kegagalan.

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik dan memenuhi persyaratan, perlu dilakukan pengujian laboratorium pada umur tertentu. Agar beton aman terhadap gaya lentur yang bekerja, maka beton harus memiliki nilai kuat lentur yang memenuhi syarat yang ditentukan. Untuk mengetahui nilai kuat lentur yang dimiliki oleh beton, dilakukan Uji Kuat Lentur di laboratorium dengan acuan-acuan tertentu. Beberapa acuan tersebut antara lain adalah SNI 03-2493-1991 tentang Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.

Kuat lentur beton sendiri berarti kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya sampai benda uji patah, dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya persatuan luas.

- b) **Uji Kuat Impak**

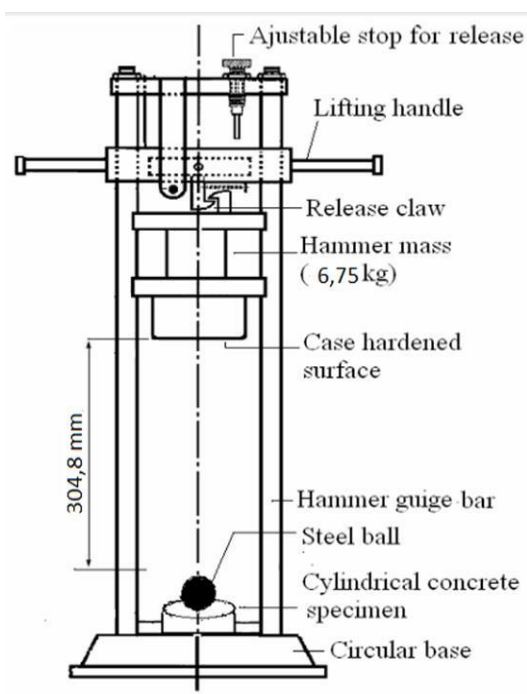
Menurut PCA (Portland Cement Association) beban kejut atau impak didefinisikan sebagai energy total yang diperlukan untuk membuat benda uji retak dan patah menjadi beberapa bagian, yang diketahui dari jumlah pukulan suatu mass yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu.

Beban kejut termasuk dalam beban dinamik, dimana beban diterapkan dan dihilangkan secara tiba-tiba. Pengertian beban kejut itu sendiri adalah beban yang dihasilkan apabila dua buah benda uji bertumbukan, atau apabila suatu benda jatuh dan

mengenai suatu struktur (Gere dan Timoshenko, 2000).

*Dynamic impact load and force* atau beban gaya dinamik adalah gaya yang didapat dari sebuah massa jatuh bebas atau benda bergerak yang menabrak sebuah struktur (Popov, 1996). Menurut Genc (2004) drop weight test adalah cara untuk mengevaluasi dampak kekuatan impak dari material dari berbagai ukuran dan hasilnya dapat digunakan dalam permodelan matematika dari tumbukan bola.

Alat Uji Impact Drop Weight bekerja dengan cara menjatuhkan beban yang dibiarkan jatuh bebas dengan jarak tertentu hingga menumbuk specimen. Dari pengujian ini dapat dilihat kerusakan specimen yang mengalami impak dan ketahanan spesimen setelah mengalami beban jatuh bebas.



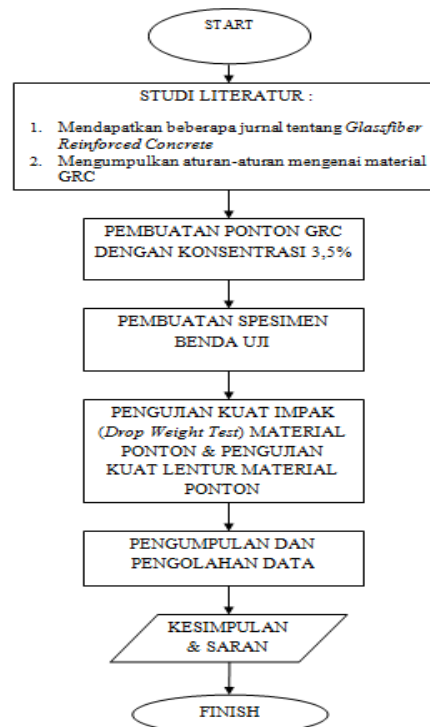
Gambar 2 Alat Uji Impak

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### • Diagram Alir Metodologi Penelitian

Penelitian ini disusun berdasarkan pada sistematika penelitian yang ada melalui diagram alir yang direncanakan. Proses yang akan diselesaikan bertahap ini akan menjadi dasar acuan penelitian tentang tahap yang harus dilalui pada jenjang waktu tertentu. Tujuannya adalah agar penelitian ini dapat diselesaikan pada waktu yang telah direncanakan tanpa melupakan aspek kualitas yang menjadi salah satu tujuan penelitian ini.

Pada subbab ini dijabarkan tentang gambaran umum langkah-langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian ponton berbahan dasar GRC. Secara umum langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi studi literatur, pembuatan prototype ponton, pengujian kekuatan material ponton, pengumpulan dan pengolahan data, penyajian data hasil perhitungan serta kesimpulan yang secara garis besar dapat digambarkan seperti pada diagram alir pelaksanaan penelitian berikut :



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

- **Studi Literatur**

Pada Penelitian ini studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan tentang material GRC, pontoon, dan juga pengujian material. Studi literature ini dilakukan dengan cara mengumpulkan jurnal, skripsi, buku teks, bahan kuliah ataupun *rules-rules* dan standar yang berguna untuk penelitian ini.

- **Pembuatan Prototype Ponton**

Pada penelitian ini, ponton yang akan dibuat memiliki dimensi 500 mm x 500 mm x 450 mm tebal 40 mm dengan kandungan serat gelas sebanyak 3,5% dari berat total mortar.

Proses pembangunan pontoon GRC ini dimulai dengan mempersiapkan seluruh material pembangun meliputi alat dan bahan, berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan :

- **Material Utama**

- a) Pasir; Ukuran pasir yang digunakan sebagai agregat halus pembuatan GRC dalam penelitian ini adalah yang lolos dari aturan pembuatan beton GRC, yaitu maksimal berdiameter 1,18 mm untuk metode spray dan 2,36 mm untuk metode premix. Dengan diameter tersebut, campuran mortar akan memperoleh kepadatan yang tinggi sehingga tidak terdapat celah maupun rongga udara dalam dinding GRC yang membuat GRC akan kekuatan dan kedekatan terhadap air yang relative tinggi.
- b) Semen; Dari dasar pertimbangan pada tinjauan pustaka, maka ditentukan material semen yang direncanakan sebagai bahan pembangun modular floating pontoon adalah semen Portland. Di Indonesia ada beberapa merek yang bisa digunakan yaitu, Gresik, Padang, Tiga Roda, Kujang, dan Tonasa.
- c) Serat Gelas;. Sesuai dengan tata cara pembuatan GRC yang dipublikasikan oleh GRC Association maka digunakan serat gelas dengan panjang sekitar 12 mm – 50 mm yang disebar secara merata pada adukan mortar.

- d) Air; Air yang digunakan dalam pembuatan GRC harus air yang jernih tanpa terdapat kotoran yang terapung pada air tersebut. Disamping pemeriksaan secara visual harus juga diamati apakah air terindikasi mengandung bahan perusak seperti fosfat, minyak, asam, dan bahan organis atau garam.

- e) Kotak Cetak; Kotak cetak dibentuk menggunakan tripleks.

- **Proses Produksi**

Aliran proses produksi Modular Floating Pontoon GRC terdiri dari tiga sub-proses, yaitu:

1. PraProduksi
2. Produksi
3. Pasca Produksi

- **Pembuatan Spesimen Benda Uji**

- a) **Spesimen Uji Kuat Lentur**

Sebelum dilakukan pengujian kuat lentur GRC sebagai bahan dasar pembuat pontoon, terlebih dahulu dipersiapkan specimen/benda uji.

Berdasarkan peraturan yang tercantum pada SNI 4431-2011, tentang Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan dua titik beban, maka dibuat benda uji berbentuk balok dengan dimensi P x L x T = 600 mm x 150 mm x 150 mm.



Gambar 4 Spesimen Uji Kuat Lentur

- b) **Spesimen Uji Impak**

Pada uji impak ini, spesimen atau benda uji yang digunakan dibuat berdasarkan ACI 544.2R.89. Spesimen berbentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tebal 64 mm.



Gambar 5 Spesimen Uji Kuat Impak

• **Pengujian Kekuatan Material GRC**

a) **Pengujian Kekuatan Lentur**

Untuk mengetahui kekuatan lentur material ponton GRC dilakukan pengujian kekuatan lentur yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Dari pengujian tersebut akan didapatkan data-data kekuatan material ponton GRC.

Pada uji kuat lentur ada 2 kondisi perhitungan,

a) Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut:

$$F_s = P.L/b.h^2$$

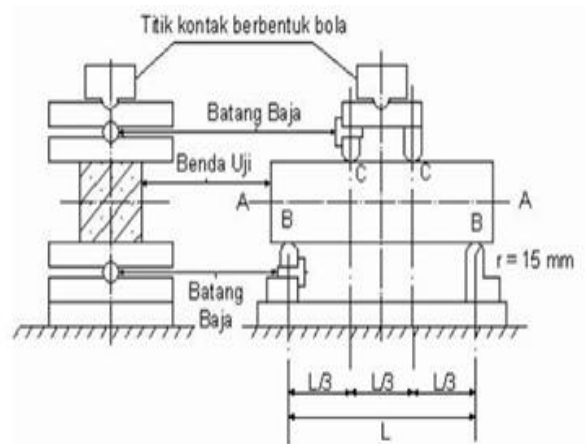
b) Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 3,5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut:

$$F_s = P.a/b.h^2$$

Dimana:

- Fs adalah kuat lentur benda uji (MPa)
- P adalah beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji
- L adalah jarak antara dua garis perletakan (mm)
- b adalah lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

- h adalah lebar tampang lintang patah arah vertical (mm)
- a adalah jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada empat tempat pada satu sudut bentang (mm)



Gambar 6 Perletakan Benda Uji dan Pembebanannya

b) **Pengujian Kekuatan Impak**

Secara umum pengujian impak bertujuan untuk mengukur keuletan atau ketegasan bahan terhadap beban kejut. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui besarnya energy serapan yang diterima oleh benda uji sesudah terjadi tumbukan. Pengujian ini berpedoman pada ACI 544.2R-89. Pengujian terdiri dari penumbukan yang dilakukan berulang kali sampai spesimen mengalami keretakan pertama dan akhirnya hancur menggunakan palu dengan gaya 67,5 N yang dijatukan dari ketinggian 304 mm di atas spesimen. Berikut persamaan yang digunakan dalam pengujian ini.

$$1. \text{ Impact Energy } U = \frac{(n.m.v^2)}{2}$$

$$2. H = \frac{(g.t^2)}{2}$$

$$3. V = g.t$$

$$4. m = \frac{W}{g}$$

Keterangan :

- H = Ketinggian Palu (mm)
- m = Massa palu (Kg)
- W = Berat Palu
- g = Gravitasi
- t = Waktu Tumbukan
- n = Jumlah Tumbukan

• **Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Setelah menjalankan rangkaian pengujian, semua data hasil uji dikumpulkan dan diolah sehingga dapat membantu tercapainya hasil akhir dari penelitian penelitian ini.

a) **Kuat Lentur**

Tabel 1 Data Perhitungan Kuat

Lentur.

b) **Kuat Impak**

Tabel 2 Data kekuatan impak

c) **Standar Deviasi**

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

• **Penyajian Data Hasil Perhitungan**

Semua hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk laporan kekuatan yang berupa statistic-statistik dari hasil pengujian dan pengolahan data.

• **Kesimpulan**

Pada akhirnya, penelitian ini akan memberitahukan informasi tentang massa ponton yang terbuat dari GRC dengan konsentrasi serat gelas sejumlah 3,5% serta karakteristik kekuatan ponton GRC yang berupa nilai kuat lentur dan juga nilai ketahanan impak.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

• **Perhitungan massa ponton**

Ukuran Utama

- L : 0,50 m
- CB : 1
- B : 0,50 m
- H : 0,45 m
- T : 0,04 m

Volume Ponton = 0,1125 m<sup>3</sup>

Volume Ruang Kosong = 0,065 m<sup>3</sup>

Volume Beton GRC = 0,047 m<sup>3</sup>

Perkiraan Massa Ponton GRC :

– Massa Beton

1m<sup>3</sup> beton = 1900 Kg (berat beton normal)

Maka berat GRC = 89,74 Kg

No	Benda Uji	Kuat Lentur (Mpa)	Standar Deviasi	
1	Benda	X <sub>1</sub>	(X <sub>1</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	
	Uji I			
2	Benda	X <sub>2</sub>	(X <sub>2</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	
	Uji II			
3	Benda	X <sub>3</sub>	(X <sub>3</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	
	Uji III			
Rata-rata		$\bar{X}$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$	
No	Spesimen	U <sub>n1</sub> (kN.mm)	U <sub>n2</sub> (kN.mm)	Sd
1	I	X <sub>n11</sub>	X <sub>n21</sub>	(X <sub>n11</sub> - $\bar{X}_{n1}$ ) <sup>2</sup>
2	II	X <sub>n12</sub>	X <sub>n22</sub>	(X <sub>n12</sub> - $\bar{X}_{n1}$ ) <sup>2</sup>
3	III	X <sub>n13</sub>	X <sub>n23</sub>	(X <sub>n13</sub> - $\bar{X}_{n1}$ ) <sup>2</sup>
Rata-rata		$\bar{X}_{n1}$	$\bar{X}_{n2}$	$\Sigma(X_{n1} - \bar{X}_{n1})^2$

– Massa Fiberglass  
 Massa Fiberglass = 3,5% Berat Mortar GRC  
 = 3,1 Kg

Maka diperoleh berat ponton keseluruhan:  
 m ponton = 92,88 kg

Berat ponton yang terukur di timbangan = **90,33 Kg.**

• **Hasil Penelitian**

a) **Uji Kuat Lentur**

Berdasarkan SNI 4431-2011 perhitungan kuat lentur adalah sebagai berikut:

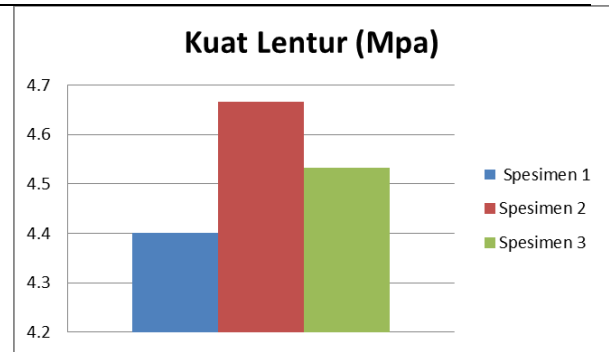
$$F_s = \frac{P \times l}{b \cdot d^2}$$

- F<sub>s</sub> = Kuat Lentur/*Flexural Strenght* (Mpa)
- P = Gaya maksimal. (N)
- L = Panjang tumpuan (mm)
- B = Lebar specimen (mm)
- d = Tinggi spesimen (mm)

Dengan Gaya yang didapat dari tiga spesimen berturut-turut 33kN, 35kN dan 34kN. Maka didapat kuat lentur GRC sebagai berikut:

Tabel 3 Data Perhitungan Kuat Lentur.

No	Benda Uji	Kuat Lentur (Mpa)	Standar Deviasi
1	Benda	4,4	0,0169
	Uji I		
2	Benda	4,66	0,0169
	Uji II		
3	Benda	4,53	0
	Uji III		
Rata-rata		4,53	0,0338



$$s = \sqrt{\frac{0,0338}{2}}$$

S = 0,13 Mpa



Gambar 7 Spesimen Uji Kuat Lentur setelah diuji

b) **Uji Kuat Impak**

Pengujian kuat impak pada penelitian ini berpedoman pada ACI 544.2R-89 tentang uji kuat impak pada beton berpenguat serat gelas.



Tabel 4 Data retak pertama (n1) dan hancur spesimen (n2)

No	Spesimen	N1/N2
1	I	2/4
2	II	2/5
3	III	1/4

$$\begin{aligned} \text{Impak Energy } U &= \frac{n.m.v^2}{2} \\ H &= \frac{g.t^2}{2} \\ V &= \frac{g.t}{2} \\ m &= \frac{W}{g} \end{aligned}$$

Keterangan:

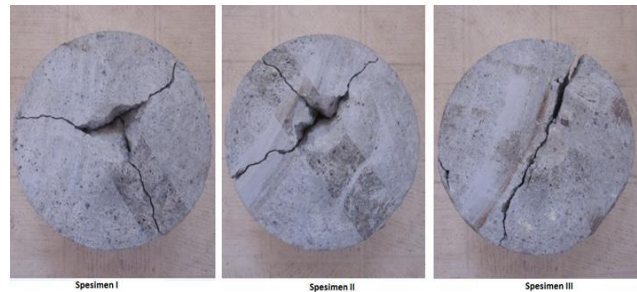
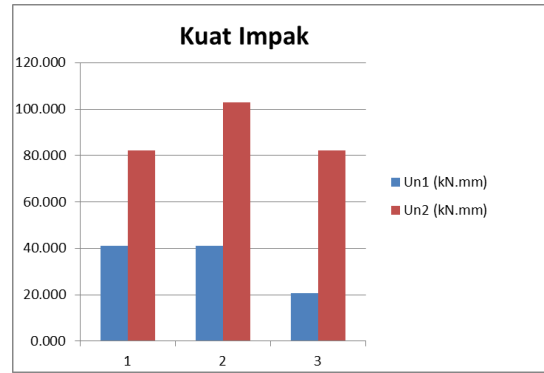
- n = Jumlah Pukulan
- H = Tinggi Jatuh Palu (mm)
- V = Kecepatan Palu Jatuh (mm/s)
- G = Gravitasi
- W = Berat Palu (kN)
- m = Massa Palu (kg)
- t = Waktu yang dibutuhkan palu untuk jatuh dan menumbuk (s)

Tabel 5 Hasil perhitungan kekuatan impak

No	Spesimen	U <sub>n1</sub> (kN.mm)	U <sub>n2</sub> (kN.mm)	Sd <sub>n1</sub> /Sd <sub>n2</sub>
1	I	41,148	82,296	47,03/47,03
2	II	41,148	102,87	47,03/188,12
3	III	20,574	82,296	188,12/47,03
Rata-rata		34,29	89,154	282,19/282,19

$$s = \sqrt{\frac{282,19}{2}}$$

$$S = 11,87 \text{ kN.mm}$$



Gambar 8 Spesimen Uji Kuat Impak setelah diuji

## 1. Pembahasan

### a) Berat Ponton

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil penimbangan massa dari ponton adalah sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil penimbangan berat ponton

No	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)
I	50	50	45	90,30
II	50	50	45	90,40
II	50	50	45	90,30
<b>Rata-rata =</b>				<b>90,30</b>

Dengan berat 90,3 kg, maka dapat dikatakan kalau modular floating ponton berbahan dasar GRC cenderung memiliki bobot yang berat.

**b) Kuat Lentur**

Setelah dilakukan pengujian kuat lentur material ponton GRC (*Glassfiber Reinforced Concrete*) di laboratorium, maka didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

Dari tabel 4.8 kita mengetahui bahwa dari hasil pengujian kekuatan lentur, untuk material GRC dengan kandungan 3,5% Serat Gelas dari kandungan mortar adalah sebesar **4,53 Mpa** atau **45,33 kg/cm<sup>2</sup>**.

Diketahui, nilai  $F_s$  atau flexural strength atau kekuatan lentur pada beton untuk jalanan adalah minimal  $F_s = 45$ . Pengertian  $F_s 45$  adalah karakteristik beton pada umur 28 hari mencapai 45kg/cm<sup>2</sup> dalam bentuk kuat lentur benda uji balok beton.

Dengan melihat nilai rata-rata kekuatan lentur dari material GRC yaitu  $F_s = 45,3$  maka dapat dikatakan kalau material GRC dengan kandungan serat gelas sebanyak 3,5% dari berat mortar layak digunakan sebagai bahan dasar untuk *modular floating pontoon*.

**c) Kuat Impak**

Dengan menggunakan perhitungan yang telah dilakukan pada bagian sebelumnya, didapat nilai energy rata-rata yang dibutuhkan untuk menyebabkan retak pertama dan kehancuran akhir berturut-turut adalah **34,29 kN.mm** dan **89,154 kN.mm**.

Tabel 7 Perbandingan Ponton *GRC* dengan Ponton *Ferrocement-Styrofoam*

Jenis Beton	Massa (Kg)	Kuat Lentur (Mpa)
GRC	178,66	4,53
<i>Ferrocement-</i>	141	6,00

**5. PENUTUP**

**5.1. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Modular floating ponton dengan dimensi 0,5 m x 0,5 m x 0,45 m yang berbahan dasar GRC dengan kandungan Glassfiber sebanyak 3,5% dari berat mortar, berat ponton secara keseluruhan adalah 90,35 kg. Ponton GRC ini memiliki massa jenis 825,61 kg/m<sup>3</sup>.
2. Setelah dilakukan pengujian kekuatan lentur terhadap spesimen material GRC, didapatkan kuat lentur rata-rata yaitu sebesar 4,53 Mpa atau  $F_s = 45,3$  kg/cm<sup>2</sup>.
3. Nilai energy impak rata-rata yang dibutuhkan untuk menyebabkan retak pertama dan kehancuran akhir berturut-turut adalah **34,29 kN.mm** dan **89,154 kN.mm**.

**5.2. Saran**

1. Untuk mengurangi massa dari ponton dan menambah volume ponton sebaiknya gunakan ukuran 2 cm untuk dinding, sedangkan 3 cm untuk alas, dan tutup ponton. Perbesar dimensi untuk memberikan volume yang lebih besar.
2. Untuk membuat GRC yang lebih ringan, disarankan untuk melakukan penelitian material beton yang dicampurkan dengan silica fume sehingga dapat mengurangi massa dari material GRC.
3. Gunakan metode pembuatan lain dari GRC seperti metode *spray* atau penyemprotan untuk membuat material GRC yang lebih tipis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cem-Fil GRC Technical Data, Cem-Fil International Ltd, Vetrotex, UK (1998)
- [2] Gornale, Avinash. Strength Aspects of Glass Fibre Reinforced Concrete, International Journal of Scientific & Engineering Research.
- [3] International Glasfiber Reinforced Concrete Association, Spesification for the Manufacture, Curing, and Testing of GRC Products, 2nd ed., GRCA International, Camberley, UK (2000)
- [4] J.G. Ferreira, F.A Branco, GRC Mechanical Properties for Structural Application, Instituto Superior Tecnico,Lisbon,Portugal.
- [5] M. Harle, Shrikant. Review on the Performance of Glass Fiber Reinforced Concrete, International Journal of Civil Engineering Research.
- [6] National Precast Concrete Association Australia. 1999, Reccomended Practice Design, Manufacture and Installation of GRC, Techmedia Publishing, Australia.
- [7] Zakki, A.F dan Windyandari, Aulia. 2014, The Application Modular Floating Pontoon to Support Floods Disaster Evacuation System in Heavy Populated Residential Area, Program Studi Teknik Perkapalan UNDIP, Semarang.