

STUDI EKSPERIMEN PEMANFAATAN *STYROFOAM* SEBAGAI CAMPURAN BAHAN DASAR PADA *MODULAR FLOATING PONTOON FERROCEMENT*

Dimas Maulana Agung Pambudi¹, Ahmad Fauzan Zakki¹,
Eko Sasmito Hadi¹

¹Jurusan S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Email: dma.pambudi@gmail.com, ahmadfzakki@undip.ac.id

Abstrak

Modular floating pontoon merupakan perangkat apung yang biasa digunakan sehari – hari dalam bidang industri maupun konstruksi bangunan laut. Ponton dalam hal ini biasanya bahan dasar pembangunnya adalah baja atau ponton HDPE, hal inilah yang mendorong diperlukannya suatu penelitian lain mengenai alternatif bahan baku pembangunan suatu ponton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan teknologi *ferrocement* yang divariasi dengan dicampurkan *Styrofoam* sebagai bahan campuran untuk rancang bangun *modular floating pontoon* sebagai alat apung multiguna. Pembuatan *modular floating pontoon* ini merencanakan *prototype* dan model ponton dengan bahan dasar *ferrocement*. Menghitung massa ponton *ferrocement* setelah ditambahkan *Styrofoam* serta menguji kekuatan lentur *ferrocement*. Hasil dari pengujian *ferrocement* diperoleh bahwa penambahan *styrofoam* berpengaruh secara nyata terhadap penurunan massa ponton. Penurunan massa ponton berkisar antara 15 – 67 kg per satuan ponton untuk setiap variasi penambahan *Styrofoam* sebesar 20%. Namun juga penambahan *Styrofoam* berdampak pada berkurangnya kekuatan lentur *ferrocement*. Pengurangan kekuatan lentur *ferrocement* berkisar antara 2,76 – 7,96 MPa untuk setiap variasi penambahan *Styrofoam* sebesar 20%.

Kata kunci: *Modular floating pontoon*, *Ferrocement*, *styrofoam*, penurunan massa, kekuatan lentur

Abstract

Modular floating pontoon is a flotation device which is used daily in the field of industry and marine construction. Pontoon, in this case, usually constructed by steel or HDPE as the base material, this case encourages that its need another studies about alternative of raw materials to build a pontoon.. The purpose of this study is to apply the ferrocement technology which is varied with Styrofoam as a mixture material to build a Modular floating Pontoon as a multipurpose floating tool. The manufacture of this Modular Floating Pontoon is planned to make a prototype and pontoon model with ferrocement as the base material. Calculate the mass of the ferrocement pontoon after it is added with Styrofoam and test the bending strength of the ferrocement. The result of this modular floating pontoon test was obtained that the addition of Styrofoam significantly effect to decrease the mass of the pontoon. The reduction of the pontoon mass is ranged between 15-67 kgs per unit of pontoon for every variations of 20% addition of Styrofoam. However this addition of Styrofoam has an impact in decreasing the bending strength of the ferrocement. The reduction of the bending strength of ferrocement is ranged between 2,76-7,96 MPa per unit of pontoon for every variations of 20% addition of Styrofoam.

Keywords: *Modular floating pontoon*, *Ferrocement*, *Styrofoam*, *Reduction of mass*, *Bending strength*

1. PENDAHULUAN

Pontoon adalah perangkat apung yang memiliki daya apung yang cukup untuk mengapung sendiri serta dapat menanggung beban berat. *Pontoon* yang biasa digunakan pada bidang industri atau konstruksi bangunan laut bahan dasar pembangunnya dari baja atau fiber HDPE maupun material lainnya, dan tentunya bahan-bahan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri [5]. Hal ini mendorong diperlukannya suatu penelitian mengenai alternatif bahan baku pembangun pontoon.

Dewasa ini telah dilakukan penelitian tentang penggunaan *ferrocement* sebagai bahan dasar pembangun *pontoon*, akan tetapi penelitian tersebut masih memiliki beberapa kekurangan, diantaranya *pontoon ferrocement* yang dibangun memiliki massa yang terlalu besar. Maka dari itu *Styrofoam* diusulkan untuk dimanfaatkan sebagai campuran bahan *ferrocement* sebagai bahan dasar pada pembangunan *modular floating pontoon* dengan harapan untuk mengurangi massa dari *pontoon* tersebut.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *ferrocement* dan dicampurkan dengan *Styrofoam*.
2. Penelitian ini menggunakan perbandingan massa dari salah satu model *modular floating pontoon* yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya.
3. Penelitian yang dilakukan menggunakan presentase campuran *Styrofoam* yang ditentukan setelah mempertimbangkan penelitian yang dilakukan sebelumnya.
4. Pengujian kekuatan material *pontoon* yang dilakukan adalah uji kuat lentur.
5. Hasil dari eksperimen ini hanya akan membahas pengaruh penambahan *Styrofoam* pada *ferrocement* terhadap massa dan kekuatan material pembangun *modular floating pontoon*.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mendapatkan massa *pontoon* setelah ditambahkan *Styrofoam* dalam campuran bahan dasar pembangunan *Modular Floating Pontoon* berbahan *ferrocement*.

2. Mendapatkan kekuatan material pembangun *pontoon* setelah ditambahkan *Styrofoam* dalam campuran bahan dasar pembangunan *Modular Floating Pontoon* berbahan *ferrocement*.
3. Mendapatkan presentase konsentrasi *Styrofoam* yang optimum.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ferrocement adalah suatu tipe dinding tipis beton bertulang yang dibuat dari mortar semen hidrolis diberi tulangan dengan kawat anyam / kawat jala (wire mesh) yang menerus dan lapisan yang rapat serta ukuran kawat relatif kecil. Kehalusan dan komposisi matriks mortar seharusnya sesuai dengan sistem anyaman dan selimut (pembungkusnya). Jika didefinisikan secara sederhana, *ferrocement* adalah suatu tipe dinding tipis beton bertulang yang dibuat dari kawat jala, pasir, air, dan semen [1].

2.1. Karakteristik dan Material *Ferrocement*

Ferrocement adalah struktural berkualitas tinggi yang bahan utamanya sederhana dan proses pembentukannya yang relatif mudah yang membuatnya dapat digunakan pada banyak konstruksi bangunan sesuai bentuk konstruksi yang diinginkan [1].

Dalam proses pembentukannya *ferrocement* terdiri dari beberapa macam material pembangun antara lain :

a. Reinforce and wire Mesh

Merupakan tulangan berupa besi silinder panjang berukuran relatif kecil dan anyaman kawat jala (*Wire mesh*).

b. Mortar (Pasir, Semen, Air)

Mortar merupakan campuran material yang dipakai untuk membuat *ferrocement*, bahan material pembangunnya adalah semen, pasir, dan air dengan komposisi tertentu. Komposisi mortar *ferrocement* yang digunakan biasanya adalah : Pasir : Semen : Air = 1,4 : 1 : 0,5.

2.2. Teknologi Beton Ringan

Menurut berat satuannya beton dapat dibedakan atas beton normal dan beton ringan. Beton ringan untuk komponen struktur harus memenuhi persyaratan kekuatan material struktur. Pengurangan berat satuan beton dapat dilakukan dengan membuat beton dari agregat ringan, penambahan udara atau penambahan material yang mempunyai berat satuan yang kecil. Beton ringan menurut Dobrowolski (1998) merupakan beton dengan berat beton di bawah 1900 kg/m³ lebih rendah dibandingkan dengan berat beton normal.

Pada saat ini telah dikembangkan beton ringan yang dibuat dari campuran air, semen, pasir, dan *styrofoam* atau yang dikenal dengan gabus putih. Beton dengan *styrofoam* berat satuannya dapat dibuat hingga jauh lebih kecil dibandingkan dengan beton normal [2].

2.3. Pengujian Kuat Lentur Beton

Pada prinsipnya struktur beton pada bangunan harus mampu menahan gaya yang bekerja seperti gaya tekan dan lentur yang diakibatkan oleh energi dari luar seperti tekanan air pada bangunan air. Struktur beton harus aman terhadap gaya-gaya tersebut. Untuk itu struktur beton harus memenuhi syarat tertentu agar bangunan tidak mengalami kegagalan, tetap stabil dan aman.

Untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai dengan yang disyaratkan pada beton untuk bangunan, perlu dilakukan pengujian laboratorium baik untuk agregat, adukan beton maupun beton pada umur tertentu. Untuk mengetahui kuat lentur dari struktur beton perlu dilakukan pengujian kuat lentur di laboratorium, sehingga perlu adanya pedoman cara uji kuat lentur beton yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pengujian di laboratorium.

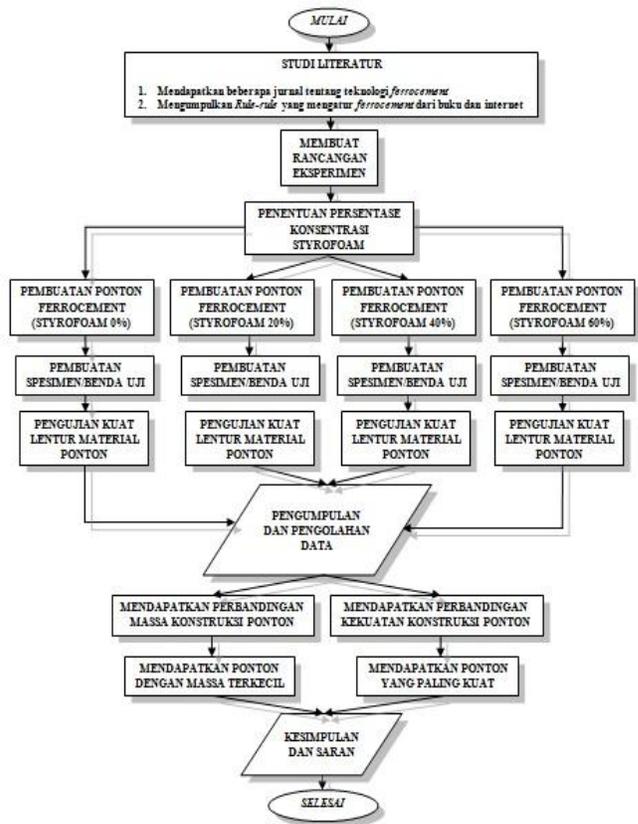
Kuat lentur beton sendiri berarti kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda

uji patah, dinyatakan dalam *Mega Pascal (MPa)* gaya per satuan luas [4].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Penyusunan penelitian Tugas Akhir ini didasarkan pada sistematika penelitian yang ada. Dan 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. Sehingga penelitian ini dapat diselesaikan pada waktu yang telah direncanakan dengan tidak melupakan aspek kualitas yang menjadi salah satu tujuan penelitian ini.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

3.2. Pembuatan Rancangan Eksperimen

Desain yang digunakan adalah Percobaan Satu Faktor dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dasar pemilihan rancangan percobaan ini adalah (1) karena

dilakukan di laboratorium, maka satuan percobaan benar-benar homogen, (2) karena tidak ada pengetahuan/informasi sebelumnya tentang kehomogenan satuan percobaan dan (3) karena jumlah perlakuannya hanya sedikit, dimana derajat bebas galatnya juga akan kecil [3].

3.3. Pembuatan *Prototype Ponton*

Proses pembangunan ponton *ferrocement* ini dimulai dengan mempersiapkan seluruh material pembangun meliputi alat dan bahan, material bahan antara lain [5]:

a. Material Pasir

Ukuran pasir yang akan digunakan sebagai agregat halus untuk pembuatan *ferrocement* dalam penelitian ini adalah yang lolos ASTM (diambil diameter butiran 1 - 2 mm).



Gambar 2 Agregat halus pasir hasil pengayaan (diameter butiran < 1 mm)

b. Material Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen dari bahan *klinker* – semen – *portland*, yaitu semen yang sering digunakan sehari – hari dan dapat dicampur dengan senyawa yang lain.



Gambar 3 Material semen (Semen Portland)

c. *Styrofoam*

Styrofoam ini merupakan bahan tambahan yang digunakan sebagai bahan campuran pada mortar. *Styrofoam* yang digunakan adalah *styrofoam* jenis butiran dengan ukuran 3-6 mm.

d. Besi Cor (*Reinforce Mesh*)

Material besi cor yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi silender dengan diameter 6 mm dan panjang rata – rata setiap batang silinder 11 – 12 m.

e. Kawat Anyam (*Wire Mesh*)

Dalam penelitian ini digunakan *wire mesh* anyaman segi empat dengan karakteristik diameter kawat penyusun 0,5 mm, ukuran bukaan 1 cm x 1 cm.

f. Kotak Cetak (Material *Bekisting*)

Dalam pelaksanaan penelitian digunakan dua material utama pembentuk *bekisting*, yaitu:

- Tripleks (*Multipleks*)
- Kayu Kerangka *Bekisting*

Digunakan sebagai pembentuk kerangka *bekisting*.



Gambar 4 Kerangka kayu (kerangka *bekisting*)

g. Kawat Besi (Kawat ikat)

Sebagai material pengikat besi cor dengan material bahan besi yang ulet dan kuat.

h. Kimia Campuran (*Admixtures*)

Merupakan suatu bahan material yang digunakan pada campuran adukan mortar (pasir, semen, air), sebagai bahan penguat dan peneras material *ferrocement*.

i. Air

Karena pengerasan campuran mortar berdasarkan campuran air dan semen, maka perlu dilakukan pemeriksaan terhadap air yang akan digunakan apakah

telah memenuhi syarat-syarat tertentu. Sehingga perlu diperhatikan apakah air tersebut mengandung bahan yang dapat merusak beton atau *ferrocement*.

3.3.1. Proses Produksi Produk

a. *Pre production* atau Pra Produksi

Alat yang digunakan [5]:

1. Ayakan.
2. Meteran sebagai alat ukur.
3. Timbangan dalam satuan kilogram.
4. Ember.
5. Gergaji besi.
6. Pipa besi.
7. Paku.
8. Palu.
9. Gergaji kayu.
10. Besi Mal pembengkok besi cor.
11. Penggaris Siku – siku.
12. Cangkul.
13. Cethok besi.
14. Tang.

b. Proses Produksi

Tahapan-tahapan produksi yang dilakukan yaitu [5]:

- Tahap pembuatan kotak cetak / *bekisting*

Bekisting yang dikerjakan adalah *bekisting tipe* dalam / hilang. Pembuatan kerangka *bekisting* menggunakan kayu ringan.



Gambar 5 Kerangka *bekisting*

- Proses pembuatan tulangan besi cor

Besi cor ini dibengkokkan dan dibentuk menggunakan mal besi cor dengan direncanakan tulangan besi ini akan tertanam ditengah – tengah semen .

- Pemasangan kawat anyam (*wire mesh*)

Kawat anyam ini diikatkan di sekeliling tulangan besi menggunakan kawat ikat.

- Proses cor dasar

Pada dinding alas ponton, cor ini dikerjakan sesuai tebal dinding yang direncanakan.

- Proses pemasangan *bekisting* ke dalam kerangka tulangan besi.

Setelah *bekisting* dipasang kemudian tulangan bagian atas ditutup dan juga dilapisi kawat anyam, sebelum ditutup seluruhnya.

- Proses plester

Pengerjaan plester pada semua dinding ponton dengan ketebalan yang telah direncanakan.



Gambar 6 Proses plester dinding ponton *ferrocement*

- Proses *finishing*

Proses *finishing* yang dilakukan adalah proses pengacian, yaitu pelapisan dinding ponton menggunakan campuran semen dan air lapisan tipis dengan tujuan memperoleh bentuk yang simetris dan halus.



Gambar 7 Pengacian dinding ponton

3.4. Pengujian Kekuatan Material *Pontoon*

Untuk mengetahui kekuatan material *pontoon ferrocement* yang ditambahkan *Styrofoam* yang telah dibuat,

dilakukan pengujian kekuatan yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Pengujian kekuatan yang dilakukan adalah uji kuat lentur.

Prosedur Pelaksanaan Uji Kuat Lentur [4]:

- a. Menghidupkan mesin uji tekan beton.
- b. Meletakkan benda uji pada tumpuan dan mengatur benda uji.
- c. Mengatur pembebanan.
- d. Mengatur katup-katup pada kedudukan pembebanan sehingga jarum skala bergerak dengan kecepatan $8 \text{ kg/cm}^2 - 10 \text{ kg/cm}^2$ tiap menit.
- e. Mengurangi kecepatan pembebanan pada saat-saat menjelang patah.
- f. Menghentikan pembebanan dan mencatat beban maksimum pada formulir uji.
- g. Mengambil benda uji yang telah selesai diuji.
- h. Mengukur dan mencatat lebar dan tinggi tampang lintang patah.
- i. Mengukur dan mencatat jarak antara tampang lintang patah dari tumpuan luar terdekat.

Rumus perhitungan yang digunakan dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah $1/3$ jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut [4]:

$$\sigma_i = P.L/b.h^2 \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

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

3.5. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Metode pengumpulan data berdasarkan dari data-data yang telah diperoleh pada eksperimen-eksperimen sebelumnya, meliputi data massa ponton dan data-data dari pengujian kekuatan material. Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh kemudian data tersebut diolah sehingga dapat membantu tercapainya hasil akhir dari penelitian tugas akhir ini.

3.6. Kesimpulan

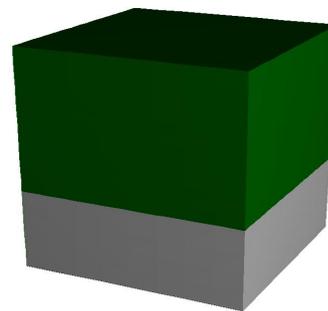
Pada akhirnya hasil yang akan diperoleh adalah agar *prototype* ponton yang dibuat mempunyai data hasil pengujian kekuatan yang memenuhi dan sesuai perencanaan dan mendapatkan massa struktur ponton yang lebih kecil dari ponton *ferrocement* yang telah dibuat sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan dan Perencanaan

Penelitian ini dilakukan dengan membangun 4 modul ponton, yaitu:

- Model I (Ponton *Ferrocement* tanpa *Styrofoam*)
- Model II (Ponton *Ferrocement* dengan *Styrofoam* 20%)
- Model III (Ponton *Ferrocement* dengan *Styrofoam* 40%)
- Model IV (Ponton *Ferrocement* dengan *Styrofoam* 60%)



Gambar 8 Model Ponton Ferrocement

Dari hasil perhitungan dan analisa menggunakan software DELFTship didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1 Perhitungan Dimensi dan Volume

No	Keterangan	Model I	Model II	Model III	Model IV
1	Panjang Ponton (cm)	80	80	80	80
2	Lebar Ponton (cm)	80	80	80	80
3	Tinggi Ponton (cm)	75	75	75	75
4	Tebal Alas dan Atap (cm)	4	4	4	4
5	Tebal Dinding Ponton (cm)	2	2	2	2
6	Volume Ponton (m ³)	0,48	0,48	0,48	0,48
7	Volume Ruang Kosong (m ³)	0,398	0,398	0,398	0,398
8	Volume Ferrocement (m ³)	0,082	0,082	0,082	0,082
9	Sarat Kosong (cm)	26,83	24,43	20,48	16,14
10	Volume Displacement Ponton (m ³)	0,1718	0,1563	0,1311	0,1033
11	Volume Muatan (m ³)	0,3082	0,3237	0,3489	0,3767
12	Sarat Muatan Maksimal (cm)	48,16	50,58	54,52	58,56
13	Sarat Maksimal (cm)	74,99	75	75,01	74,7

Tabel 2 Perhitungan Berat dan Massa Jenis

No	Keterangan	Model I	Model II	Model III	Model IV
1	Massa Jenis Beton (kg/m ³)	1900	1729	1450	1143
2	Berat Ferrocement (kg)	155,8	141,78	118,9	93,726
3	Berat Komponen (kg)	20,254	18,43	15,457	12,18
4	Berat Ponton (kg)	176,054	160,21	134,357	105,9
5	Berat Ukur Ponton (kg)	182	167	141	115
6	Massa Jenis Ponton (kg/m ³)	366,78	333,77	279,91	220,625
7	Massa Jenis Muatan (kg/m ³)	493,64	518,45	558,83	600,24
8	Berat Muatan Maksimal (kg)	315,93	331,81	357,65	384,15
9	TPC (kg/m ³)	6,56	6,54	6,56	6,55

4.2. Pembahasan

Percobaan yang dilakukan adalah dengan tujuan untuk mengurangi massa ponton yang terlalu besar dari ponton yang telah dibuat sebelumnya, namun tidak hanya mengurangi massa nya saja, penelitian ini juga memperhatikan kekuatan dari material *ferrocement* tersebut, agar bukan hanya massa nya saja yang berkurang namun juga persyaratan kekuatan material ponton harus terpenuhi.

4.2.1. Pengaruh Penambahan *Styrofoam* terhadap Massa Ponton

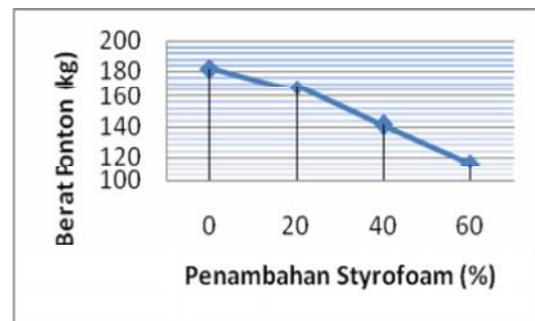
Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil penimbangan berat rata-rata dari masing-masing ponton sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Penimbangan Berat Ponton

No.	Jenis Ponton	Berat Ponton Rata-rata (kg)
1	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 0%)	182
2	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 20%)	167
3	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 40%)	141
4	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 60%)	115

Tabel 3. tersebut memperlihatkan bahwa penambahan *styrofoam* berpengaruh secara nyata terhadap penurunan berat ponton. Pada penambahan *styrofoam* 20% terlihat bahwa penurunan berat ponton mencapai 15 kg per satuan ponton atau sebesar 8,24%. Sedangkan pada penambahan *styrofoam* 40% terlihat bahwa penurunan berat ponton mencapai 41 kg per satuan ponton atau sebesar 22,53%. Dan pada penambahan *styrofoam* 60% terlihat bahwa penurunan berat ponton mencapai 67 kg per satuan ponton atau sebesar 36,81%.

Dari hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa pemanfaatan *Styrofoam* sebagai campuran bahan *ferrocement* untuk bahan dasar *Modular Floating Ponton* memberikan hasil yang signifikan dimana berat ponton pada penelitian sebelumnya dapat dikurangi hingga mencapai 36,81% untuk penambahan *Styrofoam* 60%. Maka dapat digambarkan hubungan antara penurunan berat rata-rata ponton dengan presentase penambahan *Styrofoam* sebagai berikut:



Gambar 9 Hubungan Penurunan Berat Rata-rata Ponton dengan Presentase Penambahan *Styrofoam*

4.2.2. Pengaruh Penambahan *Styrofoam* terhadap Kuat Lentur *Ferrocement*

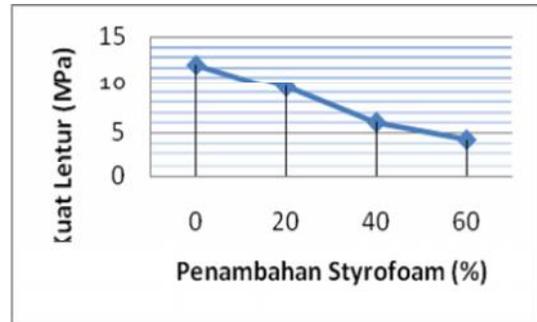
Setelah dilakukan pengujian kuat lentur material ponton *ferrocement* di laboratorium, maka didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Lentur

No.	Jenis Ponton	Gaya rata-rata	Rata-rata (kN)	Kuat Lentur Rata-rata (Mpa)
1	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 0%)	3,24	12,24	
2	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 20%)	2,45	9,48	
3	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 40%)	1,49	5,98	
4	Ponton Ferrocement (<i>Styrofoam</i> 60%)	1,134	4,28	

Sehingga dapat dijelaskan dari hasil pada tabel 4. diatas bahwa penambahan *styrofoam* berdampak terhadap penurunan kuat lentur dari material ponton *ferrocement*. Pada penambahan *styrofoam* 20% terlihat bahwa penurunan kuat lentur material ponton mencapai 2,76 MPa atau sebesar 22,55%, sedangkan pada penambahan *styrofoam* 40% mencapai 6,26 MPa atau sebesar 51,14%, dan pada penambahan *styrofoam* 60% mencapai 7,96 MPa atau sebesar 65%.

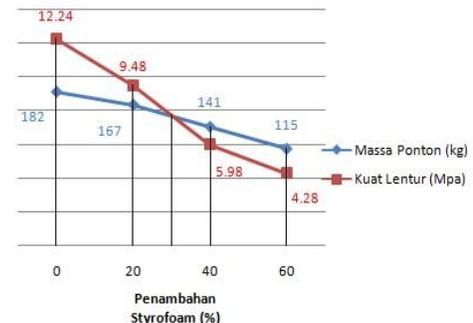
Dari hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa penambahan *Styrofoam* pada bahan *ferrocement* untuk bahan dasar *Modular Floating Pontoon* membuat kekuatan lentur dari material ponton *ferrocement* berkurang hingga mencapai 65% untuk penambahan *Styrofoam* 60%. Maka dapat digambarkan hubungan antara penurunan kuat lentur rata-rata material ponton dengan presentase penambahan *Styrofoam* sebagai berikut:



Gambar 10 Hubungan Penurunan Kuat Lentur Rata-rata Ponton dengan Presentase Penambahan *Styrofoam*

4.2.3. Penentuan Presentase Penambahan *Styrofoam* yang Optimum

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan didapatkan grafik hubungan antara massa ponton dan kuat lentur *ferrocement* dengan presentase penambahan *styrofoam* sebagai berikut:



Gambar 11 Grafik hubungan antara massa ponton dan kuat lentur *ferrocement* dengan presentase penambahan *styrofoam*

Dari grafik 4. diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kita dapat melihat presentase penambahan *styrofoam* yang memiliki nilai yang optimum dimana suatu ponton memiliki massa yang tidak terlalu besar namun juga harus memperhatikan kuat lentur dari *ferrocement* sebagai bahan dasar ponton tersebut, yaitu harus memenuhi persyaratan kekuatan beton untuk bangunan struktural seperti halnya ponton.

Dengan melihat grafik tersebut maka dapat direkomendasikan bahwa presentase penambahan *styrofoam* yang ideal adalah antara 20% sampai 40% atau jika diambil dari kelipatan 10% didapat presentase penambahan *styrofoam* yang optimum adalah sebesar 30%.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Semakin banyak presentase penambahan *styrofoam* pada *ferrocement* dapat memberikan hasil yang signifikan terhadap penurunan massa ponton. Penurunan massa ponton berkisar antara 15 – 67 kg per satuan ponton untuk setiap variasi penambahan *Styrofoam* sebesar 20%.
2. Namun semakin banyak presentase penambahan *Styrofoam* pada *ferrocement* juga membuat kekuatan lentur *ferrocement* tersebut menjadi berkurang. Pengurangan kekuatan lentur *ferrocement* berkisar antara 2,76 – 7,96 MPa untuk setiap variasi penambahan *Styrofoam* sebesar 20%.
3. Berdasarkan analisa yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa presentase penambahan *styrofoam* yang ideal adalah antara 20% sampai 40% atau jika diambil dari kelipatan 10% didapat presentase penambahan *styrofoam* yang optimum adalah sebesar 30%.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Sebelum melakukan penelitian harus dilakukan persiapan yang matang, agar hasil yang didapat sesuai dengan harapan.
2. Dalam melakukan penelitian membutuhkan waktu yang cukup lama dalam hal persiapan, baik persiapan pada benda uji maupun dari pengaturan jadwal di laboratorium, maka harus memperhatikan dan mengatur waktu dengan tepat, agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown, H, *Ferrocement Applications in Developing Countries*, National Academy of Science, Washington D.C., 1973.
- [2] Irdhiani, “Pemanfaatan Beton *Styrofoam* Ringan sebagai Pengganti Tanah Urug pada *Raft Footing* untuk Meningkatkan Jumlah Beban diatas Tanah Lunak,” *SMARTek*, vol. 6, no. 1, pp. 1-8, 2008.
- [3] Mattjik, AA dan Sumertajaya, IM, *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*, IPB Press, Bogor, 2013.
- [4] SNI 2490-4431-2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2011.
- [5] Wijiantoro, U, *Rancang Bangun Modular Floating Pontoon Berbahan Dasar Ferrocement sebagai Alat Apung Multiguna*, Skripsi, Jurusan Teknik Perkapalan, FT. UNDIP, Semarang, 2013.