

# ANALISA KEKUATAN LENTUR BAHAN FERROCEMENT BERPENGUAT KAWAT ANYAM SEBAGAI BAHAN DASAR MODULAR FLOATING PONTOON

Rismawan, Berlian Arswendo A, Sarjito Joko Sisworo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia  
Email : [rismawanaval@gmail.com](mailto:rismawanaval@gmail.com)

## Abstrak

Teknologi *ferrocement* telah diaplikasikan dalam pembangunan produk *Modular Floating Pontoon*. Pada produk ponton ini pengujian yang dilakukan hanya sebatas pengujian apung dan prediksi kemampuan muatan maksimal. Struktur dinding ponton *ferrocement* tersebut belum dilakukan pengujian sehingga belum diketahui nilai kekuatannya. Maka dilakukan pengujian kuat lentur untuk lebih mengetahui kekuatan dari bahan *ferrocement* yang digunakan *Modular Floating Pontoon* tersebut, sehingga dapat diketahui nilai – nilai pengujian laboratoriumnya. Sebagai variabel perbandingan dilakukan variasi salah satu bahan pembangun utama ponton tersebut yaitu *wire mesh*/kawat anyam. Pemilihan variabel tersebut juga untuk mengetahui peranan kawat anyam dalam struktur *ferrocement*. Hasil dari pengujian kuat lentur spesimen menunjukkan bahwa, spesimen dengan kawat anyam bukaan ¼” memiliki rata – rata nilai P dan  $\sigma_p$  yang lebih besar (P = 4.860 N dan  $\sigma_p$  = 52,884 MPa) dari spesimen yang menggunakan kawat anyam ½” (P = 2.052 N dan  $\sigma_p$  = 21,294 MPa). Pada struktur *ferrocement*, kawat anyam memiliki peranan tidak hanya mempermudah pengerjaan plester saja. Namun juga memberi pengaruh terhadap kekuatan yaitu spesimen dengan 1 lapis kawat anyam bukaan ¼” memiliki  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p > 207,299$  % dari spesimen tanpa kawat anyam. Penggunaan kawat anyam juga dapat meminimalisir titik keruntuhan dimensi struktur *ferrocement* tersebut.

Kata kunci: *Modular floating pontoon ferrocement, ferrocement, kawat anyam, kuat lentur*

## Abstract

*Ferrocement technology has been applied in the development of products Modular Floating Pontoon. Flexural strength testing is carried out to know more about the strength of the material used ferrocement Modular Floating Pontoon, so it can be seen the value - the value of laboratory testing. As a comparison variable to vary one of the major building blocks of the pontoon is wire mesh. The selection of these variables was also to determine the role of wire mesh in a ferrocement structure. Results of the testing showed that the flexural strength specimens, specimen with wire mesh openings ¼" have average value of P and  $\sigma_p$  greater (P = 4.860 N and  $\sigma_p$  = 52,884 MPa) of the specimen using wire mesh ½" (P = 2.052 N and  $\sigma_p$  = 21,294 MPa). In ferrocement structure, wire mesh has a role not only facilitate the plaster work alone. But also influences the strength of the specimens with 1 layer of wire mesh openings ¼" has  $\bar{X}$  a value of  $\sigma_p > 207,299\%$  of the specimens without wire mesh. The use of wire mesh can also minimize the point of collapse-dimensional structure of the ferrocement.*

Keywords : *Modular floating pontoon ferrocement, ferrocement, wire mesh, flexural strength.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Modular Floating Pontoon Ferrocement* merupakan perangkat flotasi yang dibangun dengan bahan dasar *ferrocement*. Perangkat ini memiliki daya apung yang cukup untuk mengapung sendiri serta dapat menanggung beban berat. Ponton berbahan *ferrocement* ini dapat digunakan sebagai alat apung multiguna.

Pembangunan *Modular Floating Pontoon* dengan menggunakan bahan *ferrocement* ini didasari karena material ini mudah dijumpai dan dapat diproduksi secara massal serta memiliki kekuatan yang tidak kalah dengan baja maupun material lainnya. Struktur *ferrocement* ini juga mudah dikerjakan, metode pembangunannya sangat sederhana serta memiliki keunggulan dari segi biaya.

Bahan dan cara penulangan *ferrocement* dilakukan sedemikian rupa sehingga terbentuk bahan komposit yang memberikan sifat – sifat yang berbeda dengan beton bertulang biasa. *Ferrocement* memiliki ketahanan terhadap beban impak yang tinggi, awet dan kedap air. Terhadap gaya tarik, karena tulangan kawat anyam yang dimiliki oleh *ferrocement* lebih rapat dan merata maka didapat permukaan spesifik yang lebih besar sehingga retak yang terjadi halus dan tersebar. Sedangkan terhadap gaya tekan, karena yang digunakan adalah *mortar* dengan kekuatan tinggi maka memberikan kekuatan tekan yang tinggi pula. Terhadap kuat lentur, perilaku keruntuhan pada *ferrocement* adalah tidak menunjukkan pola keruntuhan seketika.

Atas pertimbangan potensi yang menjanjikan dari penggunaan teknologi *ferrocement* tersebut, maka telah dilakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun *Modular Floating Pontoon* Berbahan Dasar *Ferrocement* Sebagai Alat Apung Multiguna”. Pengujian yang telah dilakukan terhadap produk *Modular Floating Pontoon Ferrocement* tersebut hanya sebatas pengujian apung dan prediksi kemampuan muatan maksimal. Struktur dinding ponton *ferrocement* tersebut belum dilakukan pengujian sehingga belum diketahui nilai kekuatannya.[6]

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti mengambil judul “Analisa Kekuatan Lentur Bahan *Ferrocement* Berpenguat Kawat Anyam Sebagai Bahan Dasar *Modular Floating Pontoon*”. Analisa ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan struktur *ferrocement* tersebut dengan mempertimbangkan aspek variasi kawat anyam ukuran bukaan ¼” dan ½”. Sehingga dapat diketahui nilai – nilai pengujian laboratoriumnya.

Hasil dari penelitian dan analisa ini diharapkan mampu memberikan informasi bagi pihak yang terkait secara langsung maupun tidak langsung. Serta dapat dijadikan referensi guna menetapkan standar kualitas dari produk *Modular Floating Pontoon Ferrocement*.

### 1.2. Rumusan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan oleh peneliti, maka dirumuskan permasalahan penelitian yang akan

dilakukan. Rumusan masalah tersebut meliputi besar nilai kekuatan lentur struktur *ferrocement* dengan variasi kawat anyam bukaan ¼ inchi dan ½ inchi, pola keruntuhan yang terjadi pada masing – masing benda spesimen/benda uji setelah dilakukannya pengujian, pengaruh kawat anyam terhadap komposisi bahan pembangun struktur *ferrocement* tersebut.

### 1.3. Batasan Masalah

Pada pengerjaan tugas akhir ini ada beberapa batasan masalah yang digunakan, yaitu :

1. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *ferrocement*.
2. Pengujian spesimen dinding *Modular Floating Pontoon* berbahan *ferrocement* dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil UNDIP.
3. Hasil dari penelitian ini adalah data kekuatan lentur struktur *ferrocement* dengan variasi kawat anyam ukuran bukaan ¼ inchi dan ½ inchi maupun yang tidak menggunakan kawat anyam.
4. Spesimen yang digunakan yaitu spesimen dinding *Modular Floating Pontoon* berbahan *ferrocement* dengan ketebalan 2 cm.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah mendapatkan nilai kekuatan lentur struktur *ferrocement* dengan variasi kawat ukuran bukaan ¼ inchi dan ½ inchi, mengetahui pola keruntuhan yang terjadi pada masing – masing spesimen/benda uji setelah dilakukannya pengujian, dapat menganalisa pengaruh kawat anyam terhadap komposisi bahan pembangun struktur *ferrocement* tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Modular Floating Pontoon Ferrocement*

*Modular Floating Pontoon Ferrocement* merupakan perangkat flotasi yang dibangun dengan bahan dasar *ferrocement* serta memiliki daya apung yang cukup untuk mengapung sendiri serta dapat menanggung beban berat. Ponton berbahan *ferrocement* ini dapat digunakan sebagai alat apung multiguna.

Iwan Nursyirwan (2009), menjelaskan bahwa teknologi *ferrocement* mudah untuk diterapkan, hasilnya tahan lama, dan lebih ekonomis, “Pengalaman kami dalam

menerapkan teknologi *ferrocement* pada pembangunan irigasi dan rawa telah membuktikan bahwa teknologi tersebut mampu meningkatkan performa sistem konstruksi. Teknologi *ferrocement* mudah untuk diadaptasi baik ke dalam prinsip-prinsip maupun teori hidraulika yang tepat.“ Beberapa keunggulan lainnya yaitu penggunaan material – material lokal dalam pembangunan menjadikan teknologi ini ekonomis dari segi biaya. Metode yang digunakan juga amat sederhana dan bisa diadaptasi di berbagai lokasi, serta mampu dioperasikan oleh para petani.[10]

Berdasarkan uraian di atas maka Ujang Wijiantoro (S1 Teknik Perkapalan UNDIP) melalui Tugas Akhir berjudul “Rancang Bangun *Modular Floating Pontoon* Berbahan Dasar *Ferrocement* Sebagai Alat Apung Multiguna” melakukan eksperimen pembuatan ponton berbahan *ferrocement*. diketahui hasil pengujiannya dengan data sebagai berikut : Model I direncanakan memiliki volume *displacement* = 0,396 m<sup>3</sup> dengan sarat kosong 27,50 cm dan kemampuan muatan maksimal 1.440 kg; Model II direncanakan memiliki volume *displacement* = 0,1687 m<sup>3</sup> dengan sarat kosong 26,36 cm dan kemampuan muatan maksimal 233,47 kg; Model III direncanakan memiliki volume *displacement* = 0,1976 m<sup>3</sup> dengan sarat kosong 30,86 cm dan kemampuan muatan maksimal 221,8 kg.[6]



Gambar 1. *Modular Floating Pontoon Ferrocement* saat uji apung dan pembebanan

## 2.2. Karakteristik Dan Material *Ferrocement*

*Ferrocement* adalah struktural berkualitas tinggi yang bahan utamanya sederhana dan proses pembentukannya yang relatif mudah, sehingga dapat digunakan pada banyak konstruksi bangunan sesuai bentuk konstruksi yang diinginkan. Dalam proses pembentukannya *ferrocement* terdiri dari beberapa macam material pembangun antara lain :

### 1. *Reinforce Mesh* dan *Wire Mesh*

*Reinforce Mesh* merupakan tulangan berupa besi silinder panjang berukuran relatif kecil. Besi ini digunakan untuk memberikan kekuatan pada dinding–

dinding *pontoon ferrocement*, dan menjadi kerangka pembentuk badan *pontoon*. Besi silinder ini dibentuk dan dirangkai dengan menyatukan besi satu dengan yang lainnya menggunakan kawat besi sebagai pengikatnya. Material besi cor yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi silinder dengan diameter 6 mm dan panjang rata – rata setiap batang silinder 11 – 12 m.

Pemakaian besi cor ukuran diameter 6 mm ditentukan berdasarkan tujuan dalam mendapatkan ketebalan paling minimum (tipis) dinding *pontoon ferrocement* sehingga akan mengurangi berat *pontoon*. Diasumsikan jika diameter besi 6 mm maka dengan sistem ikat, kaitan antara besi bagian dalam dan luar akan membuat kerangka besi setebal 12 mm sehingga ketebalan dinding *pontoon ferrocement* yang dapat dibuat tidak kurang dari 20 mm atau 2 cm.



Gambar 2. Besi cor (*Reinforce Mesh*) ukuran diameter 6 mm

*Wire Mesh* merupakan lembaran kawat jala yang dianyam sedemikian rupa sehingga membentuk lembaran kawat anyam, material ini memberikan kekuatan tekan dan tarik pada rancang bangun *pontoon*. Dalam penelitian ini digunakan *wire mesh* anyaman segi empat yang banyak dijual di toko material bangunan dengan karakteristik diameter kawat penyusun 0,5 mm, ukuran bukaan 1,25 cm x 1,25 cm.

Pemilihan kawat *wire mesh* segi empat ini ditentukan sebagai material utama pembangun *pontoon* berdasarkan pertimbangan antara lain : kemudahan memperoleh produk karena diproduksi masal oleh suatu pabrik material, dan kemudahan dalam pemasangan dan pembentukan menjadi lapisan kerangka dinding *pontoon*.



Gambar 3. Kawat anyam (*wire mesh*) 0,5 mm bukaan ½ inchi

## 2. Mortar (Pasir, Semen, dan Air)

*Mortar* merupakan campuran material yang dipakai untuk membuat *ferrocement*, bahan material pembangunnya adalah pasir, semen, dan air dengan komposisi tertentu. Dalam pembangunan *mortar* diusahakan tidak terguncang dan terlindung dari matahari dan hujan secara langsung. Komposisi *mortarferrocement* yang digunakan biasanya adalah pasir : semen : air = 1,4 : 1 : 0,5.

Pasir yang digunakan adalah pasir sungai ex-lokal yang biasanya didapat dari tempat pengolahan agregat AMP (*Asphalt Mixing Plant*). Pasir yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari partikel bebatuan yang terbawa oleh derasnya aliran sungai yang melewati sehingga deposit dari partikel bebatuan mengendap dan terbentuklah material pasir. Umumnya ukuran dan kandungan material pasir ini bervariasi tergantung dari daerah geologis setempat. Ukuran pasir yang akan digunakan sebagai agregat halus untuk pembuatan *ferrocement* dalam penelitian ini adalah yang lolos ASTM (diambil diameter butiran 1 - 2 mm). Diameter material agregat halus ditentukan tidak > 2 mm dengan tujuan memperoleh campuran mortar yang padat sehingga tidak terdapat celah maupun rongga udara di dalam dinding *ferrocement* nantinya sehingga akan diperoleh kekuatan dan kedekatan terhadap air yang relatif tinggi. Untuk memperoleh agregat halus tersebut diperlukan proses pengayakan kembali dengan memproses pasir campuran (pasir dari toko material atau produsen) menjadi agregat halus. Dari penelitian ini diketahui bahwa setiap 1 m<sup>3</sup> pasir campuran (agregat halus dan kerikil) terdiri dari  $\frac{2}{3}$  agregat halus dan  $\frac{1}{3}$  agregat kasar (kerikil).

Persiapan material pasir harus dilakukan sebelum proses penggunaan untuk campuran *mortar*, dilakukan proses pengeringan material untuk mengurangi kadar air dalam material pasir selain itu proses pengeringan juga berfungsi untuk mempermudah pengayakan butiran halus pasir. Material pasir yang digunakan harus benar – benar bersih dari kotoran maupun lumpur sungai, sehingga perlu dilakukan pencucian material jika terdapat kotoran atau lumpur yang ikut terbawa.



Gambar 4. Agregat halus pasir hasil pengayaan (diameter butiran 1-2 mm)

Semen merupakan senyawa pengikat pada campuran *mortar*. 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. Semen *Portland* dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang terdiri dari bahan utama silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat (umumnya *gips*). Sifat hidrolis semen yang berarti, semen yang bereaksi dengan air dapat membentuk suatu batuan massa (produksi keras batuan semen) yang memiliki karakteristik kedap air. *Klinker* semen portland dibuat dari batu kapur (CaCO<sub>3</sub>), tanah liat, dan bahan dasar berkadar besi.



Gambar 5. Material semen (Semen Portland)

Pengerasan *mortar* dipengaruhi campuran air dan semen, maka perlu dilakukan pemeriksaan terhadap air yang akan digunakan apakah telah memenuhi syarat – syarat tertentu. Jelas bahwa air tawar yang dapat diminum adalah air yang boleh dipakai, akan tetapi air minum tidak selalu ada sehingga perlu diperhatikan apakah air tersebut mengandung bahan yang dapat merusak beton atau *ferrocement*.

Pertama – tama yang harus diperhatikan adalah kejernihan air tawar apabila terdapat beberapa kotoran terapung maka air tersebut tidak boleh digunakan, disamping pemeriksaan secara visual harus juga diamati apakah air terindikasi mengandung bahan perusak seperti fosfat, minyak, asam, alkali, bahan organik atau garam – garam. [10]

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Studi Literatur

Mempelajari sistematika yang akan dikemukakan di dalam tugas akhir dari berbagai referensi baik berupa buku, jurnal, dan lain – lain. Metode ini dimaksudkan untuk memperoleh data/informasi dengan mencari dan mempelajari buku-buku dan sumber informasi lain sebagai literatur dan referensi yang berkaitan dengan tema dan mendukung pengerjaan tugas akhir. Setelah itu, dari data – data dan literatur yang diperoleh, akan diidentifikasi permasalahan yang sering atau mungkin akan terjadi pada tema yang diangkat pada penelitian.

#### 3.2. Studi Lapangan

Dengan metode ini dilakukan pengamatan dan pencarian data secara langsung mengenai data produk *Modular Floating Pontoon* berbahan *ferrocement* sebagai bahan yang nantinya dianalisa. Metode dilakukan dengan studi lapangan, *survey*, dan *interview*.

Pada metode lapangan peneliti melakukan beberapa *survey* mengenai langkah – langkah terbaik dalam pelaksanaan pembangunan, merujuk dari proses pembangunan *Modular Floating Pontoon* berbahan *ferrocement* yang telah ada. Peneliti juga melakukan *survey* mengenai jenis material komposit beserta biaya material komposit itu dipasaran. Selain itu peneliti juga melakukan *survey* mengenai pengujian bahan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil UNDIP beserta *interview* dengan operator alat ujinya.

#### 3.3. Persiapan Penelitian

Dari studi lapangan peneliti memperoleh sumber informasi antara lain yaitu :

1. Material komposisi *ferrocement* yang baik, sebagai berikut :

**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). Diameter material agregat halus ditentukan tidak > 2 mm.

**Material semen** yang digunakan sebagai bahan pembangun *modular floating pontoon ferrocement* adalah Semen Portland, merk Tiga Roda ukuran 50 kg/pack.

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

**Wire Mesh** yang digunakan dalam penelitian ini adalah *wire mesh* anyaman segi empat dengan karakteristik diameter kawat penyusun 0,5 mm, ukuran bukaan ¼ inchi dan ½ inchi.

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

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

**Kawat ikat** sebagai material pengikat besi cor dengan material bahan besi yang ulet dan kuat. Dalam penelitian ini digunakan kawat besi ikat dengan diameter 1 mm, diambil ukuran diameter 1 mm.

**Admixtures** ini memiliki kegunaan sebagai pengeras dan penguat, bahan kimia ini banyak sekali macamnya di industri bangunan. Tujuan penambahan bahan ini adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran *mortar*. Takaran bahantambahan ini sangat sedikit dibandingkan dengan bahan utama sehingga takaran bahan ini dapat diabaikan.

**Air** berpengaruh terhadap pengerasan *mortar*, maka perlu dilakukan pemeriksaan terhadap air yang akan digunakan apakah telah memenuhi syarat-syarat tertentu.[10]

2. Persyaratan pengujian (SNI 03 – 2823 – 1992) meliputi :

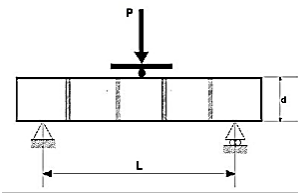
- Jumlah benda uji yang dipakai minimal 3 buah.
- Tiap benda uji diberi nomor atau kode tertentu untuk memudahkan identifikasi.
- Kondisi benda uji harus disiapkan dalam keadaan kandungan air asli.
- Benda uji harus dibuat dengan mengikuti tata cara pembuatan benda uji.[1]

#### 3.4. Perencanaan Penelitian

Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh kemudian data tersebut diolah sehingga dapat membantu tercapainya hasil akhir dari penelitian tugas akhir ini. Pada metode ini dilakukan analisa lapangan sesuai dengan data yang telah diperoleh di lapangan, antara lain :

a. Menentukan parameter-parameter yang akan di analisa.

- b. Penyusunan dasar pengetahuan (knowledge base).
- c. Pembuatan model benda uji laboratorium.
- d. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil penelitian.



Gambar 6. Ilustrasi pengujian kuat lentur

### 3.5. Pembuatan dan Pembangunan Desain Model

Adapun pembuatan spesimennya dapat dengan cara :

1. Memotong dinding produk *Modular Floating Pontoon Ferrocement*.
2. Mencetak dinding produk *Modular Floating Pontoon Ferrocement* sesuai ukuran spesimen yang dibutuhkan.

### 3.6. Pengujian Laboratorium

*Ferrocement* banyak digunakan sebagai bahan utama konstruksi bangunan, salah satunya digunakan dalam pembangunan *Modular Floating Pontoon* agar penggunaannya sesuai kebutuhan yang direncanakan maka perlu dicari berapa nilai kekuatannya. Sesuai dengan pembebanan yang diterima dari penggunaan *Modular Floating Pontoon* tersebut, maka dilakukan pengujian kuat lentur untuk mengetahui kekuatan bahan *ferrocement*-nya.

Rumus perhitungan kuat lentur :

- a. Untuk benda uji dengan bidang pecah di tengah :

$$\sigma_p = \frac{3P.L}{2b.d^2} (MPa) \quad (1)$$

- b. Untuk benda uji dengan bidang pecah tidak di tengah:

$$\sigma_p = \frac{3P.C}{b.d^2} (MPa) \quad (2)$$

dengan penjelasan :

$\sigma_p$  = Kuat lentur benda uji berbentuk balok (MPa)

P = Besar beban saat pecah (N)

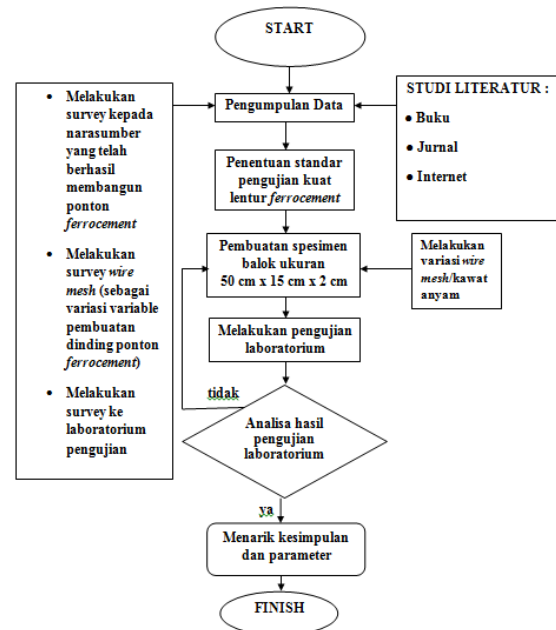
d = Tebal benda uji (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

L = Jarak antara kedua tumpuan (mm)

C = Jarak rata – rata bidang pecah ke tumpuan terdekat, tidak lebih dari 10% bentang tumpuan terhadap titik tengah (mm). [1]

### 3.7. Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Metodologi Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kajian Teknis

Perencanaan model benda uji ini diperlukan untuk menyesuaikan kebutuhan pengujian dengan ketersediaan alat pengujian dan aturannya. Atas dasar kesesuaian tersebut maka direncanakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 50 cm x 15 cm x 2 cm.

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui kekuatan ponton *ferrocement* serta peranan kawat anyam dalam komposisi susunan komposit *ferrocement* tersebut. Oleh sebab itu, maka dilakukan variasi kawat anyam pada benda uji tersebut. Berikut tabel variasi kawat anyam pada benda uji :

Tabel 1. Tabel jumlah kawat anyam (*wire mesh*)

SPESIMEN (KODE)	JUMLAH LAPIS
	KAWAT ANYAM
1 (0)	0
2 (1k)	1 (¼")
3 (1)	1 (½")
4 (2)	2 (½")
5 (3)	3 (½")

Benda uji dibuat sebanyak 15 buah. Masing – masing variasi memiliki benda uji sebanyak 3 buah.



Gambar 8. Benda uji

#### 4.2. Pembahasan Objek Penelitian

Pengujian kuat lentur ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari nilai P saat mortar pecah dan untuk mengetahui pola keruntuhan spesimen.

Berdasarkan pengujian laboratorium kuat lentur dengan sistem beban di tengah maka dihasilkan hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian kuat lentur

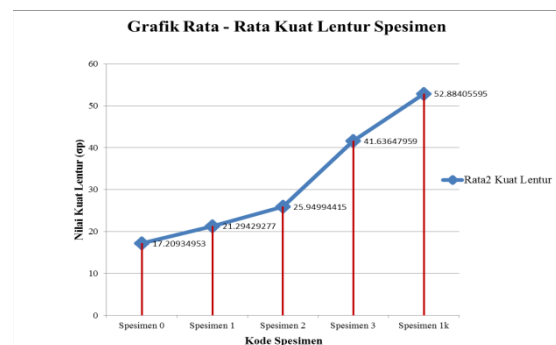
NO.	KODE	$\bar{X} P$	$\bar{X} \sigma_p$
		(N)	(MPa)
1.	0	1.620	17,2093
2.	1k	4.860	52,884
3.	1	2.052	21,294
4.	2	2.532	25,9499
5.	3	3.942	41,636

Hasil pengujian kuat lentur yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Spesimen 0 (tanpa kawat anyam), merupakan spesimen dengan rata – rata nilai P dan  $\sigma_p$  terendah yaitu nilai P = 1.620 N dan  $\sigma_p = 17,2093$  Mpa.
- Spesimen 1k (menggunakan kawat anyam bukaan ¼"), merupakan

spesimen dengan rata – rata nilai P dan  $\sigma_p$  tertinggi yaitu P = 4.860 N dan  $\sigma_p = 52,884$  MPa.

- Spesimen 1 memiliki selisih  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p > 23,7354$  % dari spesimen 0, serta  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p < 148,3516$  % dari spesimen 1k.
- Penambahan 1 jumlah lapis kawat anyam bukaan ½" pada spesimen 2 memberikan pengaruh  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p > 21,86$  % dari spesimen 1.
- Penambahan 2 jumlah lapis kawat anyam bukaan ½" pada spesimen 3 memberikan pengaruh  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p > 95,529$  % dari spesimen 1.



Gambar 9. Grafik rata – rata kuat lentur spesimen

Pola keruntuhan pada pengujian kuat lentur menunjukkan keruntuhan dimensi. Spesimen yang menggunakan kawat anyam mengalami kerusakan dimensi terpusat pada satu bidang disekitar pemberi gaya/beban. Sedangkan keruntuhan dimensi pada spesimen tanpa kawat anyam terjadi keruntuhan dimensi pada beberapa titik bidang.



Gambar 10. Pola keruntuhan dimensi pada spesimen yang menggunakan kawat anyam



Gambar 11. Pola keruntuhan dimensi pada spesimen tanpa kawat anyam

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil pengujian spesimen menunjukkan bahwa penggunaan kawat anyam yang lebih rapat mampu meningkatkan kekuatan lentur *ferrocement*. Berikut hasil rata – rata nilai kuat lentur masing – masing spesimen :
  - Kuat lentur tertinggi : Spesimen 1k (menggunakan 1 lapis kawat anyam bukaan ¼”),  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p = 52,884$  Mpa.
  - Kuat lentur terendah : Spesimen 0 (tanpa menggunakan kawat anyam),  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p = 17,2093$  Mpa.
2. Pola keruntuhan dimensi yang ditunjukkan spesimen dengan kawat anyam lebih terfokus dan hanya memiliki 1 titik bidang keruntuhan yaitu hanya pada titik yang mendapat pembebanan. Sedangkan spesimen tanpa kawat anyam terdapat lebih dari 2 titik keruntuhan. Berikut jumlah bidang pecah pada masing – masing spesimen :
  - ❖ Spesimen 0 (tanpa menggunakan kawat anyam), memiliki > 2 bidang pecah.
  - ❖ Spesimen yang menggunakan kawat anyam, memiliki 1 bidang pecah, terletak di bagian tengah spesimen (bagian yang mendapat pembebanan).
3. Kawat anyam tidak hanya mempermudah dalam pengerjaan plester namun juga memiliki peranan yang penting dalam struktur *ferrocement*. Hal ini terlihat dari pengaruhnya pada segi kekuatan dan pola keruntuhan. Dengan adanya kawat anyam mampu menambah nilai kekuatan lentur yaitu :
  - Spesimen 1 (menggunakan 1 lapis kawat anyam bukaan ½”),  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p > 23,735$  % dari spesimen 0 (tanpa kawat anyam).
  - Spesimen 1k (menggunakan 1 lapis kawat anyam bukaan ¼”),  $\bar{X}$  nilai  $\sigma_p > 207,299$  % dari spesimen 0 (tanpa kawat anyam).

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian penggunaan kawat anyam sangat diperlukan untuk menambah kekuatan dan meminimalisir bidang keruntuhan. Penggunaan kawat anyam dengan bukaan ¼” memiliki kekuatan lebih besar dari kawat anyam bukaan ½”. Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini masih perlu adanya penelitian lanjutan antara lain :

- Meneliti pengaruh jumlah kawat anyam terhadap ketebalan dinding *ferrocement*.
- Meneliti pengaruh kawat anyam terhadap komposisi perbandingan bahan *mortar*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 1992. *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton*. SNI 03-2823-1992. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- [2] Brown, Harrison. 1973, *Ferrocement Applications in Developing Countries*, National Academy of Science, Washington D.C.
- [3] Cornelis, Remigildus. *Kajian Sifat Mekanikal Dan Komposisi Elemen Batang Profil L Berbahan Ferrocement Sebagai Material Alternatif Pengganti Kayu Dan Baja*, Jurusan Teknik Sipil FST Undana. Kupang.
- [4] F. Wigbout Ing. 1997, *Buku Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak)*, Erlangga. Jakarta.
- [5] Sagel R. ,Kole P.,Kusuma Gideon H. 1993, *Pedoman Pengerjaan Beton*, Erlangga. Jakarta.
- [6] Wijiantoro, Ujang. 2013. *Rancang Bangun Modular Floating Pontoon Berbahan Dasar Ferrocement Sebagai Alat Apung Multiguna*, Jurusan S1 Teknik Perkapalan UNDIP. Semarang.
- [7] <http://alhadisquare.wordpress.com/2011/05/28/ferosemen-substitusi-beton/>
- [8] <https://gadabinausaha.wordpress.com/tag/definisi-ferrocement/>
- [9] <http://sartikahikaru.blogspot.com/2011/10/pengertian-bahan-mortar.html>
- [10] <http://www.ilmusipil.com/sipil>