

## **Analisa Penggunaan Besi Profil Siku sebagai Bahan Alternatif Pengganti Kayu pada Konstruksi Keramba Jaring Apung**

Analysis of Angle Steel as an Alternative to Substitute of Wood on Floating Net Cage Construction

**Ferdinandus Sangur<sup>1</sup>, Grasio.W. Lailossa<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik, Akademi Maritim Maluku, Jl. dr Kayadoe, Lorong Coker, Kudamati, Ambon, Maluku, 97116, Indonesia

\*Korespondensi: [grasianolailossa@gmail.com](mailto:grasianolailossa@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Selama ini kayu banyak dipakai sebagai bahan konstruksi keramba jaring apung (KJA), tetapi kayu sering mengalami kerusakan akibat beban gaya geser dan momen lentur. Oleh karena itu perlu dicari bahan alternatif untuk menggantinya. Penelitian ini bertujuan menganalisa penggunaan besi profil siku, sebagai bahan alternatif pengganti kayu pada konstruksi KJA. Penelitian ini dilakukan melalui dua aspek pendekatan yaitu: aspek teknis konstruksi KJA dengan metode perhitungan gaya apung, gaya geser, dan momen lentur dan aspek ekonomi dengan menghitung biaya pembuatan KJA. Hasil penelitian menunjukkan daya apung akibat perubahan massa, konstruksi KJA untuk kayu sebesar 10.263,77 kg dan besi profil sebesar 10.299,26 kg. Konstruksi KJA, untuk kayu (gaya geser 121,06 kg dan momen lentur 452,39 kgm), untuk KJA besi profil siku (gaya geser 116,62 kg dan momen lentur 442,40 kgm). Dari sisi ekonomis, biaya pembuatan konstruksi KJA dengan besi profil siku sebesar Rp. 1.550.000, lebih murah dari biaya pembuatan konstruksi KJA dengan kayu Rp. 2.120.000. Hasil ini menunjukkan bahwa besi siku dapat dipakai sebagai alternatif pengganti kayu pada KJA.

**Kata kunci:** *keramba jaring apung; besi profil siku; konstruksi kayu*

### **ABSTRACT**

During this period, wood has been widely used as Floating Net Cage (FNC) construction material. However, wood is often damaged due to the shear forces and bending moment. Therefore, it is necessary to look for an alternative material to replace it. This study aims to analyze the angle of steel as a substitute alternative of wood on the FNC construction. The research was conducted through two aspects of approach, the first is the technical aspects of construction (the buoyant force, shear forces, and bending moment) and the second aspect is the economic aspect (the costs of FNC). Research shows buoyancy due to changes mass of wooden construction = 10.263,77 kg and angles steel = 10.299,26 kg and to a slide and bending moment: for timber style sliding/shear forces = 121,06 kg and the bending moment = 452,39 kg.m, steel and angles the sliding = 116,62 kg and bending moment = 442,40 kg.m. Based on the economic aspect, the cost of construction FNC, IDR 1.550.000, the angles of steel cheaper than the cost of construction with wood IDR 2.120.000. This result showed that the angles steel, based on the technical and the economic aspect, can be used as an alternative material for substitute of wood in FNC.

**Keywords:** *Floating Net Cage; angle steel; wood construction*

## PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan konsumsi ikan, tetapi di lain sisi produksi ikan hasil perikanan tangkap semakin berkurang. Budidaya ikan menjadi salah satu alternatif untuk memenuhi konsumsi ikan. Budidaya Keramba jaring Apung (KJA) atau *Floating Net Cage* (FNC) adalah cara budidaya ikan menggunakan jaring dan rakit sedemikian rupa sehingga dapat mengapung di permukaan air (Siagian, 2009). Sistem KJA terdiri atas jaring, drum, besi atau plastik, kayu, tali bambu, besi dan dilengkapi dengan sistem penjangkaran (Reksowitakin, 2006). Teknologi KJA sudah digunakan di Indonesia sejak 1976 dan terus berkembang, seperti *Sea Farming* KJA (Gunarto, 2003).

Konstruksi KJA harus mempunyai kriteria: kuat, ringan, tidak mudah keropos, mempunyai ketahanan terhadap organisme pengganggu, lentur, tidak melukai ikan, murah dan mudah didapat (Rochdianto, 2003). Penentuan lokasi KJA harus memperhatikan kondisi perairan (Purnawan *et al.*, 2015; Mustafa, *et al.*, 2018), kesesuaian lokasi (Anhar, *et al.*, 2020) dan keberlanjutan (Ardi, 2013). Di sisi lain juga harus dianalisis kebijakan usahanya secara ekonomi (Gustiano, *et al.*, 2006).

Konstruksi KJA yang sering digunakan adalah konstruksi dari bahan kayu dan sebagai pengikat sambungan kayu digunakan mur dan baut. Hasil penelitian menunjukkan umur baut pengikat sebagai pengikat sambungan dari kayu besi sangat mudah berkarat (korosi) dan bertahan  $\leq 6$  tahun. Di sisi lain juga akan merusak bagian sambungan pada kayu besi.

Penelitian ini mencoba menggunakan bahan alternatif yaitu besi profil siku, untuk menggantikan konstruksi KJA dari bahan kayu, tanpa mengubah ukuran dan bahan lain yang dipakai. Penelitian ini bertujuan untuk

membandingkan dua aspek akibat dari penggantian konstruksi kayu dengan besi siku. Aspek pertama adalah aspek teknis (massa bahan, elastisitas bahan dan pengaruhnya terhadap daya apung). Adapun aspek kedua adalah aspek ekonomi (biaya pembuatan).

## METODE PENELITIAN

Pemilihan lokasi penting untuk penentuan lokasi KJA (Satrio & Ariastita, 2018). Penelitian ini berlokasi di Teluk Ambon Dalam pesisir pantai Waiheru pada KJA milik Balai Budidaya Laut Ambon dan Pembudidaya keramba jaring apung di Teluk Ambon Dalam.

Alat dan bahan konstruksi KJA adalah:

- Rangka konstruksi kayu besi dan besi profil siku ukuran sama 3 x 3 m
- Alat pengapung Drum plastik 4 buah (ukuran Panjang 0.8 m, Diameter. 0,57 m) masa drum 10 kg
- Alat pengikat: Baut (untuk konstruksi kayu) dan Las (untuk konstruksi besi profil siku).
- Jaring dan 4 buah pemberat.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Pengumpulan data, data teknis dan biaya pembuatan KJA
- Analisa data: menghitung aspek teknik (gaya apung akibat massa dan gaya elastisitas konstruksi) dan aspek ekonomi, menghitung biaya pembuatan dari kedua konstruksi (kayu dan besi profil siku)
- Hasil analisa teknis dan analisa ekonomis kemudian dijadikan pertimbangan untuk menentukan apakah penggantian konstruksi kayu dengan besi profil dapat diterima.

## Analisa Teknis

Analisa teknis konstruksi KJA setelah menggunakan besi siku dilakukan untuk:



Gambar 1. Lokasi Penelitian (X putih)

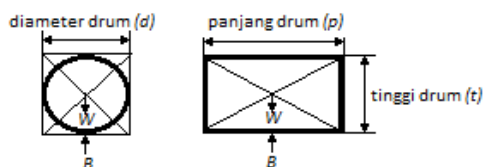


Gambar 2. Keramba jaring apung konstruksi kayu



Gambar 3. Keramba Jaring Apung Besi Profil

(a) Menganalisa gaya apung akibat perbedaan massa kedua bahan konstruksi (kayu dan besi profil siku), Benda dapat terapung di air karena ada gaya yang bekerja mendorong benda tersebut ke atas, arah gaya vertikal ke atas (gaya hidrostatis) melawan berat dari benda tersebut searah gaya vertikal ke bawah (gaya grafitasi). Gaya-gaya tersebut bekerja. Gaya gravitasi  $W$  dan gaya hidrostatis  $B$  dapat tersebar sepanjang permukaan terendam dari drum pelampung dan terpusat di titik massa drum pelampung.



Gambar 4. Daya Apung pada KJA

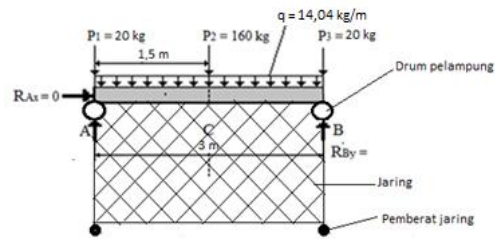
Gaya hidrostatis dan gaya grafitasi bekerja pada pusat titik massa dari drum pelampung. Perhitungan massa bahan ( $W$ ) dalam satuan kilogram (Kiryanto, 2007)

$$W = \rho \cdot V \quad (1)$$

dimana; massa jenis bahan  $\rho$  ( $\text{kg/m}^3$ ); volume  $V$  ( $\text{m}^3$ ); massa bahan  $W$  (kg).

(b) Menentukan elastisitas kedua bahan konstruksi (kayu dan besi profil siku). Konstruksi aman, jika memiliki kekuatan bahan dan elastisitas yang tinggi, jika bahan konstruksi tersebut setelah diberi gaya tarik/tekan dan momen lentur, maka bahan konstruksi tersebut bisa kembali normal (tidak mengalami perubahan bentuk) setelah beban ditiadakan (Hutahaean, 2017). Besar gaya yang bekerja pada konstruksi KJA, menentukan berapa besar daya yang dapat dipikul oleh tumpuan reaksi (drum pelampung). Sesuai hukum keseimbangan disuatu balok (Gere & Timoshenko, 2000)

$$\Sigma F_x = 0; \Sigma F_y = 0; \Sigma M_z = 0 \quad (2)$$



Gambar 5. Massa terpusat dan terbagi merata yang bereaksi pada titik tumpuan A dan B

Sesuai prinsip dasar mekanika struktur (Alisjahbana, 2013). Berdasarkan Gambar 5, diperoleh :

$$R_{By} = \frac{P a}{L} ; \text{ dan } R_{Ay} = \frac{P b}{L} \quad (3)$$

Dimana :

- $R_B$  = reaksi pada titik B
- $R_A$  = reaksi pada titik A;
- $L$  = jarak antara gaya yang bekerja terhadap titik reaksi;
- $P_b$  dan  $P_a$  = gaya yang bekerja pada titik B dan A

Persamaan keseimbangan untuk diagram benda bebas pada beban terpusat ini, diperoleh gaya geser  $V$  dan momen lentur  $M$  di jarak  $x$  dari tumpuan A:

$$V = R_A = \frac{Pb}{L} ; M = R_A x = \frac{Pbx}{L} \quad (4)$$

Persamaan keseimbangan untuk diagram benda bebas terbagi merata ini, diperoleh gaya geser  $V$  dan momen lentur  $M$  di jarak  $x$  dari tumpuan A

$$V = R_A - q x = \frac{q \cdot L}{2} - q \cdot x ; \quad (5)$$

$$M = R_A x - q \cdot x \left(\frac{x}{2}\right) = \frac{q \cdot L \cdot x}{2} - \frac{q \cdot x^2}{2} \quad (6)$$

Pada Gambar 4, dapat diasumsikan beban-beban yang dapat bekerja diantara dua tumpuan reaksi. Ada dua bentuk beban yang bekerja pada konstruksi tersebut yaitu: beban terbagi rata (massa bahan konstruksi) dengan satuan



kilogram/meter dan beban terpusat, beban dari luar yang bekerja pada konstruksi (beban pekerja diatas KJA) dengan satuan kilogram.

### Analisa biaya

Analisa biaya yang dihitung adalah jumlah total biaya pembuatan KJA yang terdiri dari biaya komponen bahan konstruksi dan biaya upah pekerja (standart biaya lokal di Kota Ambon). Setelah itu membandingkan total biaya pembuatan dari kedua konstruksi KJA, baik KJA lama dengan bahan kostruksi kayu dan KJA yang baru dengan bahan kostruksi besi profil siku.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Teknis

Pada penelitian ini diasumsikan bahwa bentuk dan ukuran KJA baik untuk konstruksi yang lama dari kayu besi, maupun konstruksi KJA yang baru dari profil besi siku adalah sama yaitu: panjang 3m x lebar 3m. (lihat Gambar 2). Massa total KJA massa jaring apung, massa pemberat jaring dan massa pelampung (terdiri dari 4 buah drum dengan berat masing-masing 10 kg).

Hasil perhitungan massa total dari konstruksi Jaring apung yang lama (kayu) dan konstruksi baru (besi profil) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Massa Bahan dari Konstruksi Jaring Apung yang Lama (kayu) dan Konstruksi Baru (besi profil)

No	Variabel	Komponen Variabel	Konstruksi KJA Lama (kayu)	Konstruksi KJA Baru (besi profil)
1	Massa bahan	Massa konstruksi	151,79 (kg)	116,30 (kg)
		Massa pekerja 80 kg/orang; jika pekerja 2 orang	160 (kg)	160 (kg)
		Massa jaring	10 (kg)	10 (kg)
		Massa pemberat	6,66 (kg)	6,66 (kg)
		Massa pelampung 10 kg/drum; jika drum 4 buah	40 (kg)	40 (kg)
		Jumlah massa yang bekerja pada KJA	368,45 (kg)	332,96 (kg)

### Gaya Apung KJA

Berdasarkan hukum Arcimedes. Gaya apung  $B$  dan gaya gravitasi  $W$  dapat tersebar sepanjang permukaan terendam dari drum pelampung dan terpusat di titik massa drum pelampung. Volume dari air yang dipindahkan oleh badan drum pelampung sama dengan volume bagian terendam untuk konstruksi besi profil siku Sesuai rumus 1 adalah:

Volume air laut yang dipindahkan ( $V$ )

$$V = \frac{W}{\rho} = \frac{332,96}{1025} \text{ kg/kg.m}^3 = 0,33 \text{ m}^3$$

Volume air laut yang dipindahkan sebanyak  $0,33 \text{ m}^3$  dengan massa air laut yang dipindahkan sama dengan jumlah

massa yang bekerja pada KJA besi profil siku adalah  $332,96 \text{ kg}$ . Sehingga gaya tekanan ke atas Gaya apung drum ( $B$ ), sesuai rumus (1) diasumsikan sama dengan

$$W = B = \rho \cdot V \quad (7)$$

Maka :

$$B = \rho \cdot (p \cdot \text{keliling drum} \cdot t)$$

$$B = \rho \cdot (p \cdot \pi \cdot d \cdot t)$$

$$= 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot (3,2 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 0,57 \text{ m} \cdot 0,57 \text{ m})$$

$$= 10.632,22 \text{ kg}$$

dimana,

$$\rho : \text{masa jenis} = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$p : \text{panjang drum} = 0,8 \text{ m},$$

$$\text{ada 4 drum} = 4 \times 0,8 = 3,2 \text{ m}$$

$$d : \text{diameter drum} = 0,57 \text{ (m)}$$

t : tinggi drum di permukaan laut sama dengan diameter drum = 0,57 (m)

$\Sigma F_y$  = jumlah gaya pada sumbu y serta  
 $\Sigma M_z$  = jumlah momen pada sumbu z

Gaya apung konstruksi = gaya apung drum – jumlah massa konstruksi.

Gaya apung konstruksi kayu besi = 10.632,22 kg - 368,45 kg = 10.263,77 kg

Gaya apung konstruksi profil besi siku = 10.632,22 kg - 332,96 kg = 10.299,26 kg

**Elastisitas KJA**

Untuk menghitung Elastisitas (gaya geser dan momen lentur) pada konstruksi KJA digunakan Reaksi keseimbangan untuk balok sesuai rumus (2) di atas,

$\Sigma F_x = 0; \Sigma F_y = 0; \Sigma M_z = 0$

Dimana :

$\Sigma F_x$  = jumlah gaya pada sumbu x,

Aplikasinya pada KJA dapat dilihat pada Gambar 5. di atas, dimana:

Dimana :

$P_1$  = massa drum 2 buah di titik A (20 kg) dan  $P_3$  = massa drum 2 buah di titik B (20 kg);  $P_2$  = massa pekerja 2 orang di titik C (160 kg).

Pada Gambar 4, dapat diasumsikan beban-beban yang dapat bekerja di antara dua tumpuan reaksi. Ada dua beban yang bekerja pada konstruksi tersebut yaitu: beban terbagi merata (massa bahan konstruksi) dan beban terpusat, beban dari luar yang bekerja pada konstruksi (beban pekerja di atas KJA). Uraian massa beban dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uraian Massa Beban Terbagi Merata dan Massa Beban Terpusat pada KJA

	Uraian Massa		Konstruksi	
			Kayu besi	Profil besi siku
Massa Terpusat	Pekerja	2 org @ 80 kg	160 kg	160 kg
	Drum	4 buah @ 10 kg	40 kg	40 kg
	Jumlah massa terpusat		200 kg	200 kg
Massa Terbagi Merata	Kayu besi	151,79 kg	12,65 kg/m	-
	Profil besi siku	116,30 kg	-	9,69 kg/m
	Jaring	10 kg	0,83 kg/m	0,83 kg/m
	Pemberat	6,66 kg	0,56 kg/m	0,56 kg/m
	Jumlah Massa Terdistribusi (q)		14,04 kg/m	11,08 kg/m

Pada Gambar 5 Beban terpusat yang bereaksi pada titik B dan A dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$R_{By} = \frac{P a}{L}$  ; dan  $R_{Ay} = \frac{P b}{L}$  (8)

Dimana:

- $R_B$  = reaksi pada titik B dan
- $R_A$  = reaksi pada titik A; serta
- L = jarak antara gaya yang bekerja terhadap titik reaksi;
- $P_b, P_a$  = gaya yang bekerja pada titik B dan A

Sesuai Hukum kesetimbangan:

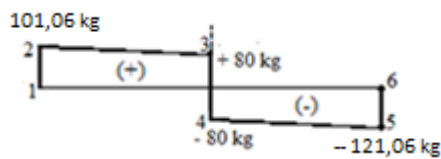
$\Sigma F_x$  pada titik A = 0, maka

$R_{By}(3 m) - (P_3)(3 m) - (q)(3 m)(\frac{3 m}{2}) - (P_2)(1,5m) - (P_1)(0) = 0$   
 $R_{By} = \frac{-60 \text{ kgm} - 63,18 \text{ kgm} - 240 \text{ kgm}}{3m}$   
 $= 363,18/3m = +121,06 \text{ kg}$

$\Sigma F_x$  pada titik B = 0, maka  
 $R_{Ay} + R_{By} - 20 \text{ kg} - 160 \text{ kg} - (14,04 \text{ kg/m})(3m) - 20 \text{ kg} = 0$   
 $R_{Ay} = 242,12 \text{ kg} - 121,06 \text{ kg} = + 121,06 \text{ kg}$

**Elastisitas KJA Konstruksi Kayu Diagram gaya geser**

Berdasarkan hasil perhitungan uraian massa KJA di atas, dapat digambarkan diagram gaya geser seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Gaya geser

Gambar 6 berpatokan pada Gambar 4. Titik awal adalah titik 1, letakkan harga  $V_1 = 0$  dan tentukan interval kritis pertama (antara titik A dan C).

Titik 1 dan titik A berimpit, dimana terdapat reaksi ke atas sebesar  $R_{Ay} + 121,06$  kg. Titik tersebut juga ada gaya sebesar 20 kg bekerja dititik A ke bawah akibatnya lonjakan gaya geser di titik 2 sebesar  $121,06$  kg - 20 kg = 101,06 kg.

Di titik 2, letakkan harga  $V_2 = 0 + 101,06$  kg = + 101,06 kg; kemudian gambarkan sebuah garis yang menghubungkan titik 1 dan 2.

Besarnya resultan gaya terbagi merata titik A dan C ke arah bawah adalah  $(-14,04$  kg/m)  $(1,5$  m) = - 21,06 kg. Dengan demikian perubahan total dari titik 2 ke titik 3 adalah sebesar - 21,06 kg. Harga gaya geser di titik 3 adalah sebesar + 101,06 kg - 21,06 kg = 80 kg.

Di titik 3 (pada titik C), letakkan harga  $V_3 = + 80$  kg. ; gambarkan sebuah garis yang menghubungkan titik 2 dan 3.

Beban terpusat sebesar 160 kg bekerja ke arah bawah. Diagram gaya geser akan mengalami lonjakan mendadak sebesar - 160 kg ke bawah. Harga gaya geser di titik 4 sebesar + 80 kg - 160 kg = - 80 kg.

Di titik 4, letakkan harga  $V_4 = + 80 - 160 = - 80$  kg. ; gambarkan sebuah garis yang menghubungkan titik 3 dan 4.

Mulai dari garis 0, dimana harga  $V_4 = - 80$  kg, beban di daerah kritis ini mengalami pembebanan terbagi merata. Sama seperti interval kritis pertama, besarnya perubahan gaya geser sebagai luas dari beban antara titik C dan titik B interval kritis kedua.

Luas daerah di bawah beban ini sebesar  $(- 14,04$  kg)  $(1,5$  m) = - 21,06 kg. Perubahan gaya geser antara titik 4 dan titik 5 adalah sebesar - 21,06 kg. Di titik 5 (titik B) ada gaya sebesar 20 kg mengarah kebawah akibatnya lonjakan gaya geser sebesar - 21,06 kg - 20 kg = - 41,06 kg.

Titik 5, letakkan harga  $V_5 = - 80$  kg - 41,06 kg = -121,06 kg.

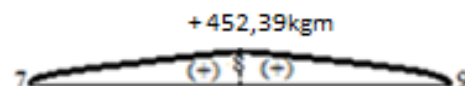
Di titik ini (titik B), kita berada di ujung kanan dari konstruksi di mana harga gaya geser di titik B tersebut adalah - 121,06 kg. Walaupun kita sudah berada di ujung konstruksi, perlu diingat bahwa ada reaksi perletakan sebesar  $R_{By} = + 121,06$  kg yang bekerja ke arah atas. Pada titik 6 gaya geser yang bekerja adalah  $V_6 = -121,06$ kg + 121,06kg = 0. Berikan notasi positif (+) bagi daerah dengan gaya geser positif (+) dan negatif (-) bagi daerah dengan gaya geser negatif. Notasi ini sangat membantu untuk menghitung besarnya momen lentur.

Carilah titik kritis kedua yang terletak di lokasi dimana gaya geser berharga nol.

Di setiap lokasi di mana harga gaya geser sama dengan nol, kita perlu menambahkan titik kritis baru. Konstruksi yang dianalisis, di titik 1, titik 6 dan garis antara titik 3 dan titik 4 merupakan titik-titik kritis.

### Diagram Momen Lentur

Diagram momen lentur berpatokan pada diagram gaya geser pada Gambar.5 dan semua perhitungan momen didasarkan pada diagram gaya geser.



Gambar 7. Momen lentur

Pada Gambar 7 mulai dari titik 7 (lokasi di ujung paling kiri dari diagram momen lentur), letakkan titik dimana  $M_7 = 0$  dan kemudian tentukan daerah kritis pertama (antara titik A dan titik C).

Memperhatikan daerah kritis pertama antara titik A dan titik C, dapat disimpulkan bahwa gaya geser berharga positif. Nilai positif ini menunjukkan bahwa perubahan luas di antara titik 7 dan titik 8 harus bernilai positif, dan titik 8 harus bernilai lebih positif dari pada titik 7. Perubahan momen lentur yang terjadi di bawah daerah diagram gaya geser adalah:

$$\Delta M = (1,5 \text{ m}) (121,06 \text{ kg} + 80 \text{ kg}) (1,5 \text{ m}) = 452,39 \text{ kgm.}$$

Di titik 8, letakkan sebuah titik dimana harga  $M_8 = 0 + 452,39 \text{ kgm} = 452,39 \text{ kgm}$ . Nilai momen  $M_8 = + 452,39 \text{ kgm}$ , hitunglah perubahan momen lentur yang terjadi di titik 8 sampai titik 9 yang besarnya adalah sama dengan luas daerah di bawah diagram gaya geser dalam interval antara titik C dan titik B.

Oleh karena luas daerah di bawah kurva gaya geser adalah negatif, perubahan momen yang terjadi berharga negatif yaitu :  $\Delta M = (1,5 \text{ m})(-80 \text{ kg} - 121,06 \text{ kg}) (1,5 \text{ m}) = - 452,39 \text{ kgm}$ .

Di titik 9, letakkan pada  $M_9 = + 452,39 \text{ kgm} - 452,39 \text{ kgm} = 0$ . Di ujung kanan diagram momen lentur harga momen adalah nol. Memperhatikan diagram gaya geser, dapat ditentukan gaya geser positif maksimum  $V_{\max} = + 80 \text{ kg}$  di titik A dengan jarak 1,5 m (atau titik 3), dan gaya geser negatif  $V_{\min} = - 80 \text{ kg}$  di titik B dengan jarak 1,5 m (atau titik 4). Momen maksimum positif  $M_{\max} = + 452,39 \text{ kgm}$  di titik C (atau titik 8) dan maksimum momen negatif  $M_{\min} = 0 \text{ kgm}$  di titik A dan titik B (titik 7 dan titik 9).

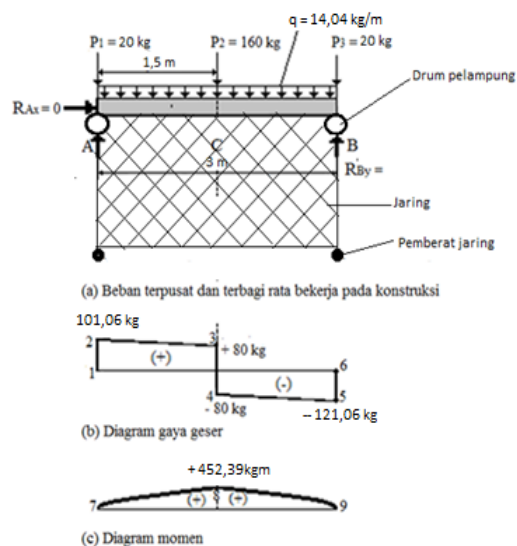
Nilai gaya geser maksimum dan momen maksimum yang bekerja pada tumpuan reaksi (drum pelampung KJA) sebesar 121,06 kg dan momen lentur sebesar 452,39 kgm, elastisitas KJA konstruksi kayu (Tabel 3).

Tabel 3. Elastisitas KJA Kontruksi Kayu

Elastisitas	Kayu
Gaya geser	121,06 kg
Momen lentur	452,39 kgm

Apabila gaya reaksi (drum plastik) yang diberikan kepada konstruksi sebesar 121,06 kg, di sisi lain satu tumpuan (1 buah drum plastik) mempunyai kemampuan untuk memikul beban sebesar sebesar 200 kg, maka 4 buah drum mampu memikul maksimum sebesar 800 kg, ini menunjukkan bahwa tumpuan dari keempat drum plastik masih dapat memikul beban gaya geser maksimum (beban yang timbul akibat berat aktivitas di atas konstruksi) sebesar 121,06 kg dan momen lentur maksimum (akibat ombak) sebesar 452,39 kgm pada konstruksi KJA.

Secara keseluruhan diagram beban, diagram gaya geser, dan diagram momen lentur dapat digambarkan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram beban, gaya geser dan momen lentur

### Elastisitas Konstruksi KJA Profil Besi Sikur

Melalui prosedur dan cara yang sama dalam menghitung elastisitas (gaya geser dan momen lentur) pada Konstruksi KJA kayu, maka elastisitas (gaya geser dan momen lentur) pada Konstruksi KJA besi profil siku diperoleh seperti pada tabel 4, yaitu: gaya geser sebesar 116,62 dan momen lentur 442,40 kgm.



Tabel 4. Elastisitas KJA Kontruksi Besi Profil Siku

Elastisitas	Kayu
Gaya geser	116,62 kg
Momen lentur	442,40 kgm

(Simanjuntak, *et al.*, 2021). Hasil perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan KJA lama konstruksi kayu dan KJA baru konstruksi besi profil siku dapat dilihat pada Tabel 5.

### Analisa Ekonomi

Faktor-faktor yang berpengaruh pada biaya KJA harus diperhatikan

Tabel 5. Hasil Perhitungan Biaya Pembuatan KJA

Komponen Bahan	KJA Kayu	KJA Besi Profil
Kayu 9 potong (3 meter x 0,10 m x 0,05 m)	Rp1.350.000,-	
Baut besi 36 buah	Rp 270.000,-	
Ongkos kerja tukang/hari (harga lokal)	Rp 500.000,-	
5 staf profil besi siku (panjang 6 m, lebar siku-siku 5 cm x 5 cm dengan tebal 5 mm)		Rp 875.000,-
Biaya Pengelasan		Rp 500.000,-
Cat (Nippe 2000) 2 kg		Rp 140.000,-
Tiner 1 kg		Rp 35.000,-
Jumlah biaya pembuatan KJA	Rp2.120.000,-	Rp1.550.000,-

### Analisa Hasil

Rangkuman perbandingan dari hasil pembahasan analisa teknis (gaya apung dan elastisitas dari konstruksi) dan analisa ekonomi (biaya pembuatan ) dari

KJA konstruksi kayu dan KJA konstruksi besi profil siku dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. .Perbandingan Hasil Perhitungan KJA dari Konstruksi Kayu Besi dan Profil Besi Siku.

No	Variabel	Komponen Variabel	Konstruksi KJA Lama (kayu)	Konstruksi KJA Baru (besi profil)
1	Massa Bahan	Massa konstruksi	151,79 kg	116,30 kg
		Massa pekerja 80 kg/orang; jika pekerja 2 orang	160 kg	160 kg
		Massa jaring	10 kg	10 kg
		Massa pemberat	6,66 kg	6,66 kg
		Massa pelampung 10 kg/drum; jika drum 4 buah	40 kg	40 kg)
		Jumlah massa yang bekerja pada KJA	368,45 kg	332,96 kg
2	Elastisitas	Gaya geser	121,06 kg	116,62 kg
		Momen lentur	150,79 kgm	147,47 kgm
3	Gaya apung		10.263,77 kg	10.299,26 kg
4	Biaya Pembuatan KJA	Kayu 9 potong	Rp1.350.000,-	
		Baut besi 36 buah	Rp 270.000,-	
		Ongkos kerja tukang/hari	Rp 500.000,-	
		5 staf profil besi siku (panjang 6 m, lebar siku-siku 5 cm x 5 cm dengan		Rp 875.000,-

---

tebal 5 mm)		
Biaya Pengelasan		Rp 500.000,-
Cat (Nippe 2000) 2 kg		Rp 140.000,-
Tiner 1 kg		Rp 35.000,-
Jumlah Biaya Pembuatan KJA	Rp. 2.120.000,-	Rp. 1.550.000,-

---

Hasil analisa pada Tabel 6, menunjukkan bahwa, dari sisi teknis, gaya apung pada KJA dengan konstruksi kayu adalah 10.263,77 (kg), sedangkan KJA dengan konstruksi besi profil siku adalah 10.299,26 (kg). KJA konstruksi kayu memiliki gaya geser 121,06 (kg) dan momen lentur 150,79 (kgm), sedangkan KJA konstruksi besi profil siku memiliki gaya geser 116,62 (kg) dan momen lentur 147,47 (kgm). Hasil ini menunjukkan bahwa KJA dengan konstruksi besi profil secara teknis hampir sama dengan KJA konstruksi kayu

Berdasarkan aspek ekonomi, biaya pembuatan KJA konstruksi kayu adalah Rp 2.120.000 dan KJA konstruksi besi profil siku adalah Rp 1.550.000. Hal ini menunjukkan bahwa biaya pembuatan KJA dengan konstruksi besi profil lebih murah Rp.570.000.

### KESIMPULAN

Hasil analisa menunjukkan bahwa:

- Berdasarkan aspek teknis, sesuai hasil perhitungan gaya apung KJA dengan konstruksi besi Profil Siku adalah 10.299,26 (kg, sedangkan gaya apung KJA dengan konstruksi kayu adalah 10.263,77(kg), hanya berbeda tipis sehingga layak dipakai sebagai salah satu alternatif pengganti konstruksi kayu pada KJA.
- Dari sisi ekonomi, penggunaan besi profil siku sebagai pengganti konstruksi kayu pada KJA adalah layak, karena memiliki biaya pembuatan yang lebih murah yaitu : Rp 1.550.000 sedangkan dari KJA dengan konstruksi kayu KJA konstruksi kayu yaitu: Rp 2.120.000.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alisjahbana, S.W., (2013). *Prinsip Dasar Mekanika Struktur* (1th ed.). Graha Ilmu press Yogyakarta, 62-104.
- Anhar,T.F., Widigdo, B & Sutrisno, D. (2020). Kesesuaian Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) Ikan Kerapu di Perairan Teluk Sabang Pulau Weh, Aceh. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(2), 210- 219. <https://doi.org/10.13170/depik.9.2.15199>
- Ardi, I. (2013). Budidaya Ikan Sistem Keramba Jaring Apung Guna Menjaga Keberlanjutan Lingkungan Perairan Waduk Cirata. *Media Akuakultur*, 8(1), 23-29.
- Gere & Timoshenko, (2000) *Mekanika Bahan* (4<sup>th</sup> ed, Erlangga press Jakarta.
- Gunarto, A., (2003), Pengembangan Sea Farming Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) Kerapu (*Ephinephelus Sp.*) di Indonesia, *Jurnal Matematika, Saint dan Teknologi*, 4(1), 35-44.
- Gustiano, R., Nasution, Z & Suryanti, Y. (2006). Analisis Usaha Bandeng Air Tawar di Keramba Jaring Apung. *Media Akuakultur*, 1(1), 33-39
- Hutahaean, R.Y. (2017), *Mekanika Kekuatan Material* (2th ed). Graha Ilmu Yogyakarta press.
- Kiryanto. (2007), Studi Penggunaan Permesinan Geladak dan Peralatan Tangkap Pada Kapal Ikan 12 GT di Kabupaten Rembang, *Jurnal Kapal*, 4(1), 19-25.

- Mustafa, A., Tarunamulia, Hasnawi & Radiarta, I.N. (2018). Evaluasi Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya Ikan Dalam Keramba Jaring Apung di Kabupaten Maluku Tenggara. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(3), 277-287.
- Purnawan, S., Zaki, M., Asnawi, T.M., Setiawan, I. (2015). Studi Penentuan Lokasi Budidaya Kerapu Menggunakan Keramba Jaring Apung di Perairan Timur Simeulue. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 4 (2), 40-48.  
<https://doi.org/10.13170/depik.1.1.2365>
- Reksowitakin.T. (2006). Analisis Gaya Berat dan Gaya Apung pada Keramba Jaring Apung PT. Nuansa Ayu Karamba di Kepulauan Seribu Jakarta (Skripsi), FPIK, Institut Pertanian Bogor. Indonesia.
- Rochdianto, A. (2003) . *Budidaya Ikan Jaring Terapung* (9th ed). Penebar Swadaya Jakarta press.
- Satrio, D.A., & Ariastita, P.G. (2018). Kriteria Lokasi Keramba Jaring Apung Offshore di Perairan Propinsi Jawa Timur, *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 47-49.
- Siagian, M. (2009). Strategi Pengembangan KJA Berkelanjutan di Waduk PLTA Koto Panjang Kapar Riau, *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 15(2), 145-160.
- Simanjuntak, A., Hendrik., Syofyani T. (2021). Kajian Terhadap Produksi Usaha Keramba Jaring Apung di Kelurahan Haranggaol Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Sosial Ekonomi Pesisir* , 2(4), 1-9.

