

**Pengembangan Teknologi Sistem Pertanian Terapung Di Zonasi
Lahan Tergenang (Studi Kasus : Lahan Pertanian Desa Lama,
Kecamatan Hamparan Perak, Kabupaten Deli Serdang)**

Nopriandi Helsa Pane¹, Yudha Hanova²

¹Mahasiswa Strata-1, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

²Staf Pengajar, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

nopriandi17@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang Model Rakit Apung menggunakan pelampung dari limbah botol plastik yang mampu menopang beban rencana. Hal ini bermanfaat sebagai informasi pemanfaatan lahan pertanian pada lahan tergenang di Desa Lama, Kecamatan Hamparan Perak, Kabupaten Deli Serdang. Selain itu juga bertujuan sebagai alternatif pengganti kayu atau bambu dalam penggunaan Rakit Apung sebagai salah satu Infrastruktur Teknik Pertanian. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Agustus 2022, yang terdiri atas beberapa tahapan yakni : 1) Tahap perancangan menggunakan *software SketchUp 3D Pro 2021*, 2) Tahap persiapan bahan dan pembuatan model rakit apung, serta 3) Pengujian Stabilitas model rakit apung. Berdasarkan hasil pengamatan pada pengujian didapat kesimpulan yaitu volume pelampung mempengaruhi beban yang mampu ditopang rakit, semakin besar volume pelampung yang digunakan maka beban yang mampu ditopang akan semakin besar.

Kata Kunci : lahan tergenang, rakit apung, volume pelampung.

Abstract

This research intends to design a floating raft model using a float from plastic bottle waste that can support the design load. This is useful as information on the use of agricultural land on flooded land in Lama village, Hamparan Perak sub-district, Deli Serdang district. Besides that it is also intended to be an alternative to wood or bamboo in the use of floating rafts as an Agricultural Engineering Infrastructure. The research was carried out from April to August 2022, which consisted of several phase, specifically: 1) Design stage using SketchUp 3D Pro 2021 software, 2) Material preparation stage and floating raft modeling, and 3) Testing. Based on the observations in this study, it was concluded that the volume of the buoy affects the load that the raft can support, the larger the volume of the buoy used, the greater the load that can be supported.

Keywords : flooded land, floating raft, buoy volume.

1. PENDAHULUAN

Penyediaan pangan, terutama beras merupakan prioritas utama dalam pembangunan nasional. Selain sebagai makanan pokok untuk lebih dari 95% rakyat Indonesia, sektor pertanian juga telah menyediakan lapangan kerja bagi sekitar 20 juta rumah tangga petani pedesaan. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang, luas panen tanaman Padi menurut Desa/Kelurahan di Desa Lama ditahun 2019 seluas 758 Ha dan sebanyak 700 jiwa yang berprofesi sebagai petani.

Padi merupakan salah satu tanaman prioritas yang dibudidayakan di lahan pertanian di Desa Lama. Menurut Data BPS Deli Serdang dalam angka 2020 menunjukkan bahwa Desa Lama mampu memproduksi padi sebanyak 4.927 ton per tahun 2019. Namun jika dilihat dari potensi lahan pertanian yang saat ini semakin sedikit akibat adanya alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan pemukiman dikhawatirkan akan mengganggu produktivitas padi di Desa ini. Selain itu lahan pertanian di desa ini sering mengalami genangan terutama pada musim hujan yang mengakibatkan petani sering mengalami gagal panen. Bahkan ada beberapa kawasan pertanian yang teridentifikasi tergenang secara permanen sehingga lahan tidak bisa dimanfaatkan untuk usaha budidaya pertanian pangan.

Salah satu teknik budidaya pertanian yang saat ini dikembangkan adalah Budidaya Pertanian Terapung. Budidaya ini merupakan salah satu teknik budidaya yang menggunakan rakit sebagai media tanam untuk adaptasi terhadap bencana banjir. Rakit berfungsi sebagai penahan agar tanaman tidak roboh ketika terkena angin dan tidak tenggelam di lahan yang terkena banjir. Rakit tersebut terbuat dari bambu agar mudah terapung dan untuk bagian tengah rakit menggunakan bambu yang dibelah dua dan disusun seperti pagar yang kemudian diisi dengan menggunakan limbah jerami dan sabut kelapa yang dicampur dengan kompos organik kemudian bagian

atas rakit ditutup dengan jaring. Media tanam rakit tersebut dapat digunakan hingga 6 kali musim tanam (3 tahun) (Adinata, 2012).

Pengembangan dan penerapan teknologi pertanian terapung di Desa Lama diharapkan akan memberikan sebuah inovasi (Pengembangan rakit yang lebih fleksibel, mudah digunakan).

Pertanian merupakan suatu jenis kegiatan produksi yang memanfaatkan sumber daya hayati untuk kesejahteraan manusia. Sumber daya hayati merupakan sumber daya yang berasal dari makhluk hidup yang terdiri dari tumbuhan, hewan dan mikroba. Tingkat kesejahteraan manusia dapat diukur dari tingkat keterpenuhan berbagai kebutuhan manusia. Kebutuhan manusia meliputi kebutuhan pangan, kebutuhan sandang, kebutuhan papan, kebutuhan akan keselamatan, kebutuhan akan kenyamanan, kebutuhan akan keindahan, kebutuhan akan kesehatan dan kebutuhan akan kenikmatan.

Lahan Pertanian

Menurut UU RI No. 41 tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, pasal 1 ayat (1) menerangkan bahwa yang dimaksud dengan Lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor yang mempengaruhi penggunaannya seperti iklim, relief, aspek geologi dan hidrologi yang terbentuk secara alami maupun akibat pengaruh manusia.

Lahan Pertanian adalah bidang lahan yang digunakan untuk usaha pertanian, sedangkan yang dimaksud dengan lahan pertanian pangan berkelanjutan yaitu bidang lahan pertanian yang ditetapkan untuk dilindungi dan dikembangkan secara konsisten guna menghasilkan pangan pokok bagi kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan nasional. Hal ini termaktub pada pasal 1 ayat (2) dan (3) pada UU RI No. 41 tahun 2009 tentang

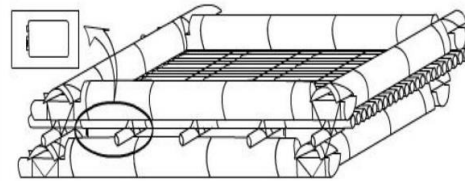
Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.

Sistem Pertanian Terapung

Budidaya padi apung merupakan salah satu upaya adaptasi terhadap perubahan iklim yang dikembangkan oleh Ikatan Petani Pengendali Hama Terpadu Indonesia (IPPHTI) dan *Center for Climate Risk and Opportunities Management (CCROM)* IPB Bogor. Budidaya tersebut pertama kali dilakukan pada bulan Desember 2011 di Desa Pamotan dan Rawaapu (Purnamawati, 2013). Budidaya padi apung merupakan teknik budidaya padi yang menggunakan rakit sebagai media tanam. Rakit berfungsi sebagai penahan agar tanaman tidak roboh ketika terkena angin dan tidak tenggelam di lahan yang terkena banjir. Rakit yang dipergunakan terbuat dari bambu agar mudah terapung. Bagian tengah rakit menggunakan bambu yang dibelah dua dan disusun seperti pagar yang kemudian diisi dengan menggunakan limbah jerami dan sabut kelapa yang dicampur dengan kompos organik, sedangkan bagian atas rakit ditutup dengan jaring. Rakit media padi apung dapat digunakan hingga 6 kali musim tanam (3 tahun) (Adinata, 2012).

Metode tanam padi yang dipergunakan pada budidaya padi apung adalah metode SRI (*System Rice Intensification*). Metode SRI yaitu suatu metode untuk meningkatkan produktivitas padi yang memanfaatkan dan mengelola kekuatan sumber daya alam secara terpadu (tanaman, tanah, air, biota, dan nutrisi) untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi yang berbasis organik (Berkelaar, 2001). Menurut Mutakin (2012), metode SRI mampu meningkatkan produktivitas padi sebesar 50% , bahkan di beberapa tempat mencapai lebih dari 100%. Prinsip-prinsip metode SRI adalah 1) tanaman bibit muda berusia kurang dari 12 hari setelah semai ketika bibit masih berdaun 2 helai, 2) bibit ditanam satu pohon per lubang dengan jarak 30 x 30, 35 x 35 atau lebih jarang, 3) pindah tanam harus sesegera mungkin (kurang dari 30 menit) dan harus hati-hati agar akar tidak putus dan ditanam dangkal, 4) penyiangan sejak awal sekitar 10 hari dan diulang 2-3 kali dengan interval 10

hari, 5) menggunakan pupuk organik (kompos atau pupuk hijau).



Gambar 1.1 Model Rakit untuk Budidaya Padi Apung (Bernas, dkk., 2012)

Hukum Archimedes

Hukum *Archimedes* adalah sebuah hukum tentang prinsip mengapung di atas zat cair. Ketika sebuah benda tercelup seluruhnya atau sebagian di dalam zat cair, zat cair akan memberikan gaya ke atas (gaya apung) pada benda, di mana besarnya gaya ke atas (gaya apung) sama dengan berat zat cair yang dipindahkan (Halliday, 1987). Pada prinsip *Archimedes*, sebuah benda akan mengapung di dalam fluida jika massa jenis suatu benda lebih kecil daripada massa jenis zat cair (Jewwet, 2009).

Telaah yang dilakukan oleh Halliday dan Resnick pada tahun 1978 dalam buku *physics third edition* hanya menjelaskan peristiwa terapung secara fisis tanpa matematis, Giancoli pada tahun 1996 dalam bukunya *Physics (Fourth edition)* menjelaskan secara fisis dan matematis tetapi tidak secara mendetail mengapa gaya apung sama besar berat benda atau secara matematis. *Tripler* pada tahun 1991 dalam bukunya *Physics for science and engineers (Third edition)* menyatakan bahwa dari prinsip *Archimedes* sebuah benda akan mengapung jika kerapatan benda lebih kecil daripada kerapatan fluida maka gaya apung lebih besar daripada berat benda dan benda akan dipercepat ke atas ke permukaan fluida kecuali ditahan. Telaah *Tripler* hanya secara fisis tanpa penurunan matematis secara mendetail.

Ketika suatu benda dimasukkan ke dalam air, ternyata beratnya seolah-olah berkurang. Hal ini terlihat dari penunjukan neraca pegas yang lebih kecil. Peristiwa ini tentu bukan hanya berarti ada massa benda

yang hilang, namun disebabkan oleh suatu gaya yang arahnya berlawanan dengan arah berat benda. Apabila suatu benda dimasukkan ke dalam zat cair, maka benda tersebut akan mengalami gaya apung. Hal ini diungkapkan oleh *Archimedes* dalam hukumnya yang berbunyi “gaya apung yang bekerja pada sebuah benda yang ditenamkan sama dengan berat fluida yang dipindahkan”. Gaya apung yang terjadi pada benda adalah selisih gaya yang bekerja pada benda apabila dicelupkan atau berada dalam fluida. Dari hukum *Archimedes* didapatkan persamaan :

$$F_A = \rho_f \cdot V \cdot g$$

Pada peristiwa melayang, volum fluida yang dipindahkan (volum benda yang tercelup) sama dengan volum total benda yang melayang.

$$\Sigma F = 0$$

$$F_a = m_b g$$

$$\rho_f \cdot g \cdot V_t = \rho_b \cdot g \cdot V_b$$

Karena V_t (volume benda yang tercelup) sama dengan V_b (volume benda total), maka syarat benda melayang adalah :

- Gaya apung F_a sama dengan berat benda w atau $F_a = w$
- Massa jenis benda harus sama dengan massa jenis fluida $\rho_b = \rho_f$

Ketika benda ditimbang sambil dicelupkan ke dalam zat cair, ternyata berat benda itu berkurang dibanding ketika ditimbang di udara. Sesungguhnya benda yang dicelupkan ke dalam zat cair tidak berkurang beratnya. Gaya berat benda itu sebenarnya tetap, tetapi pada saat dicelupkan ke dalam zat cair, ada gaya ke atas yang dikerjakan zat cair terhadap benda, sehingga berat benda seolah-olah berkurang (Giancoli, 2001).

Archimedes (287-212 SM) seorang ilmuwan Yunani Kuno menemukan cara dan rumus untuk menghitung volume benda yang tidak mempunyai bentuk baku. Penemuannya terjadi saat mandi dalam bak yang airnya tumpah akibat karena adanya gaya apung (*buoyancy*) dari zat cair dan setelah diukur ternyata sebanding dengan

besar tubuhnya. Gaya apung yang terjadi karena tekanan pada tiap-tiap bagian permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida. Tekanan tersebut lebih besar pada bagian benda yang tercelup lebih dalam (Halliday dan Resnick, 1978).

Jika suatu benda berada dalam fluida maka ada volume zat cair yang dipindahkan sebesar volume bagian benda yang berada dalam zat cair. Jika volume fluida yang dipindahkan besarnya V dan kerapatan fluida (massa per satuan volume) adalah ρ_l maka besarnya massa fluida yang dipindahkan adalah :

$$m = \rho \cdot V$$

Dan besarnya berat fluida yang dipindahkan adalah

$$w_f = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

Menurut prinsip *Archimedes*, besarnya gaya tekan ke atas adalah :

$$F_a = w_f = \rho \cdot V \cdot g$$

dengan F_a adalah gaya tekan ke atas atau gaya apung (*buoyancy force*). Jika benda mempunyai kerapatan massa ρ_b dan fluida mempunyai kerapatan ρ_f maka perbandingan berat benda dengan gaya tekan ke atasnya

Jika $\rho_b > \rho_f$, maka $w > F_a \rightarrow$ benda tenggelam

Jika $\rho_b = \rho_f$, maka $w = F_a \rightarrow$ benda melayang di dalam fluida

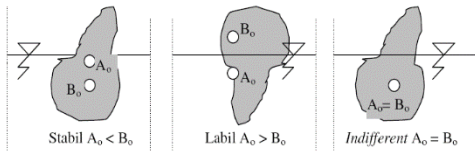
Jika $\rho_b < \rho_f$, maka $w < F_a \rightarrow$ benda mengapung

Bila benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka ada 3 kemungkinan yang terjadi yaitu tenggelam, melayang, dan terapung.

Kestabilan Benda Terapung

Suatu benda dikatakan stabil bila benda tersebut tidak terpengaruh oleh gangguan kecil (gaya) yang mencoba membuatnya tidak seimbang. Bila sebaliknya benda itu dikatakan dalam keadaan tidak stabil atau labil. Suatu benda terapung dalam keseimbangan stabil apabila titik pusat berat benda (B_o) berada di bawah titik pusat apung benda (A_o) dan jika sebaliknya maka benda dalam keseimbangan tidak stabil. Apabila

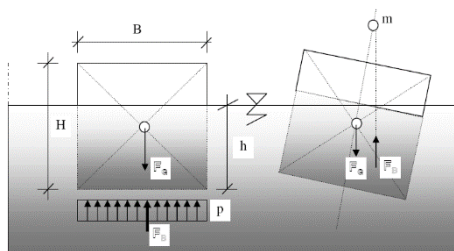
titik pusat berat benda (B_o) berimpit dengan titik pusat apung benda (A_o) maka benda dikatakan dalam keseimbangan sembarang (*indifferent*). (Nastain dan Suroso, 2005)



Gambar 1.2 Kestabilan Benda Terapung
(Buku Mekanika Fluida., Teknik Sipil,
Universitas Jendral Soedirman, 2005)

Kondisi stabilitas benda terendam maupun terapung dapat diketahui berdasarkan tinggi metacentrumnya (m). Titik metacentrum adalah titik potong antara garis vertikal melalui pusat apung benda setelah digoyangkan dengan garis vertikal melalui berat benda sebelum digoyangkan.

Benda yang terendam di dalam air akan mengalami gaya berat sendiri benda (F_G) dengan arah vertikal ke bawah dan gaya tekanan air dengan arah vertikal ke atas. Gaya ke atas ini disebut dengan gaya apung atau gaya *Buoyancy* (F_B).



Gambar 1.3 Tinggi Metasentrum
(Buku Mekanika Fluida., Teknik Sipil,
Universitas Jendral Soedirman, 2005)

Tinggi metasentrum ditentukan dengan rumus :

$$M = \frac{I_o}{V} - A_o B_o$$

Dimana :

I_o = Momen inersia tampang benda yang terpotong permukaan zat cair

V = Volume zat cair yang dipindahkan

$A_o B_o$ = Jarak antara pusat apung dan pusat benda

Berdasarkan nilai tinggi metasentrum (m) maka dapat ditentukan bahwa, jika $m > 0$ maka benda dikatakan stabil, $m = 0$ maka benda dikatakan dalam stabilitas netral (*indifferent*), dan jika $m < 0$ benda dikatakan labil.

Hal ini berkaitan erat dengan sifat-sifat Fluida di mana fluida diam (Statika Fluida) dan Fluida yang bergerak/mengalir (dinamika Fluida), adapun Sifat-sifat Dasar Fluida meliputi :

a. *Rapat Massa / Massa Jenis / Densitas*

Rapat Massa Fluida cair adalah besarnya massa fluida tiap satuan volume.

$$\rho = m / v$$

(SI) kg/m^3 ; (cgs) gr/cm^3 ; (BS) lbm/ft^3 (slug/ft³)

Contoh : Air mempunyai $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1,94 \text{ lbm/ft}^3$

b. *Rapat Massa Fluida Gas*

Rapat massa fluida gas tergantung pada tekanan absolut (P), suhu absolut (T) dan jenis/tetapan gas (R)

Berdasarkan persamaan keadaan gas ideal, $P v = m RT$, maka :

$$\rho = P/RT$$

P = Tekanan absolut (kPa)

T = Suhu Absolut (K)

R = Tetapan Gas (kJ/kg K)

c. *Berat Jenis/ Rapat Berat*

Berat jenis Fluida adalah besarnya berat fluida tiap satuan volume.

$$\gamma = W/v = m g/v \rightarrow m/v = \rho$$

$$\gamma = \rho g$$

(SI) N/m^3 ; (cgs) dyne/cm^3 ; (BS) lbf/ft^3

Contoh: Berat jenis air = $9810 \text{ N/m}^3 = 62,4 \text{ lbf/ft}^3$

d. *Volume Spesifik*

Volume Spesifik adalah besarnya volume tiap satuan massa fluida.

$$v_s = v/m = 1/\rho$$

(SI) m^3/kg ; (cgs) cm^3/gr ; (BS) ft^3/lbm

Fluida cair mempunyai volume spesifik rendah

Fluida gas mempunyai volume spesifik tinggi

e. *Rapat Relatif (Specific Gravity)*

Rapat relatif adalah perbandingan rapat massa fluida dengan rapat massa air pada suhu 4°C, tekanan 1 atm.

$$S = \rho/\rho_{air}$$

Rapat relatif tidak mempunyai satuan.

Contoh : $S_{oli} = 0,825$ artinya $\rho_{oli} = 825 \text{ kg/m}^3$

f. *Kompresibilitas/Modulus Total Elastisitas.*

Kompresibilitas adalah kemampuan fluida untuk mengecil volumenya apabila mendapat tekanan.

$$K = E = dp' / - (dv/v)$$

dp' = perubahan tekanan (Pa)

dv = perubahan volume (m^3)

v = volume awal (m^3)

g. *Fluida dengan kompresibilitas tinggi*

Disebut fluida kompresibel (*compressible fluid*). Termasuk kategori ini adalah fluida gas. Fluida dengan kompresibilitas rendah disebut fluida inkompresibel (*incompressible fluid*). Termasuk kategori ini adalah fluida cair.

h. *Kekentalan/Viskositas (Viscosity)*

Kekentalan adalah besarnya daya tahan fluida terhadap gaya geser. Kekentalan terutama diakibatkan oleh saling pengaruh antara molekul-molekul fluida.

Kekentalan digolongkan dalam 2 jenis, yaitu:

1. Kekentalan Dinamik/Absolut
2. Kekentalan Kinematik

Baja Ringan sebagai Alternatif pada Struktur Rangka

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membawa suatu perubahan bagi dunia konstruksi, khususnya di Indonesia. Kita telah mengenal adanya konstruksi kayu, konstruksi beton, konstruksi baja dan beberapa waktu belakangan ini, muncul konstruksi baja ringan. Dalam perencanaan suatu bangunan, harus dipikirkan secara baik konstruksi yang akan digunakan karena masing-masing konstruksi mempunyai karakteristik yang berbeda. Saat ini penggunaan konstruksi kayu khususnya sebagai struktur rangka kuda-kuda sudah mulai digantikan dengan

konstruksi baja ringan. Baja ringan merupakan baja mutu tinggi yang memiliki sifat ringan dan tipis, namun memiliki fungsi setara baja konvensional. Baja ringan termasuk jenis baja yang dibentuk setelah dingin (*cold form steel*).

Kehadiran baja ringan merupakan sebuah inovasi baru yang memberikan solusi untuk pembuatan rangka kuda-kuda dan rangka atap pada bangunan. Rangka baja ringan terdiri dari lempengan-lempengan panjang (profil) yang bervariasi bentuk dan ukurannya sesuai fungsi masing-masing dalam struktur rangka kuda-kuda. Pemakaian konstruksi baja ringan sebagai struktur rangka kuda-kuda masih relatif baru dibandingkan dengan konstruksi kayu. Oleh karena itu, masih perlu pembahasan lebih lanjut mengenai pemakaian konstruksi baja ringan tersebut baik dari segi perhitungan kekuatan struktur, segi biaya, waktu pemasangan konstruksi serta kelebihan dan kekurangannya (Fajar Nugroho, 2015).

2. METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian meliputi beberapa tahapan di antaranya melakukan Persiapan lahan, membuat Model Rakit Apung, Pembuatan Pelampung serta Pengujian Stabilitas pada Model Rakit Apung.



Lahan Sebelum Dibersihkan



Lahan Sesudah Dibersihkan

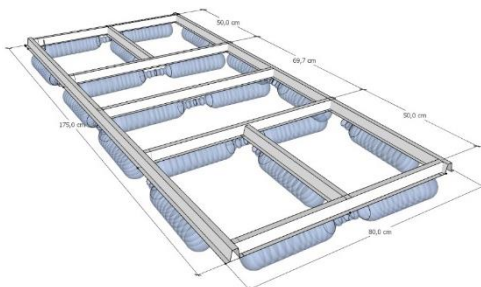
Gambar 2.1 Lahan Tergenang di Desa Lama (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Proses pembuatan model rakit apung dimulai dengan memotong reng baja ringan dengan ukuran 80 cm (5 batang), 175 cm (2 batang) dan 50 cm (2 batang) untuk 1 model, pada percobaan ini digunakan 2 model rakit apung. Langkah selanjutnya yaitu melubangi sisi badan botol plastik sebanyak 2 lubang sebagai tempat media tanam, pada percobaan ini digunakan botol plastik sebanyak total 92 botol plastik.



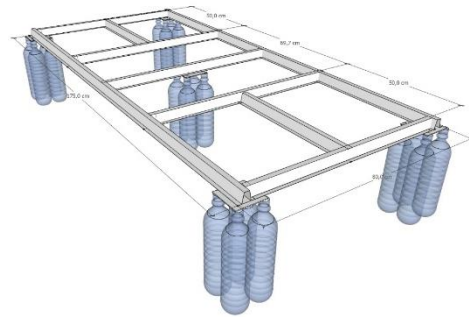
Gambar 2.2 Proses menyusun dan memasang botol plastik Pada Rangkaian reng baja ringan (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pelampung pada model rakit menggunakan limbah botol plastik 1,5 L yang dibuat dengan 2 jenis rancangan yakni ; 1) Model rakit apung dengan pelampung posisi tidur atau horizontal menggunakan 20 botol plastik, 2) Model rakit apung dengan pelampung posisi berdiri atau vertikal menggunakan 20 botol plastik.



Gambar 2.3 Rancangan Pelampung Model 1 (Hasil Rancangan menggunakan SketchUP 3D, 2022)

Pada pengerjaannya botol plastik sebagai pelampung diikat pada model rakit menggunakan kabel ties (30 cm), pada model 1 pelampung ditempatkan merata pada sisi model rakit, sedangkan pada model 2 pelampung diposisikan 4 botol plastik bersamaan pada *joint* utama sebagai penopang.



Gambar 2.4 Rancangan Pelampung Model 2 (Hasil Rancangan menggunakan SketchUP 3D, 2022)

Pengujian Stabilitas pada Model Rakit Apung berupa Media tanam yang digunakan berupa air mineral gelas 220 ml sebagai asumsi pengganti tanaman, kemudian dimasukkan ke dalam sisi botol plastik yang sudah dilubangi. Selanjutnya dilakukan Pengujian pada lahan yang tergenang air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada Penelitian ini meliputi hasil Rancangan Model Rakit Apung menggunakan *software SketchUP 3D Ver. 2021*. Berdasarkan rancangan tersebut lalu dianalisis Gaya Apung yang terjadi, kemudian melakukan perhitungan untuk kebutuhan Pelampung yang akan digunakan pada Model Rakit Apung.

Rancangan Model Rakit Apung

Pada percobaan ini digunakan 2 model rakit apung dengan metode pelampung yang berbeda agar mendapatkan perbandingan terhadap efektivitas dalam penggunaannya sebagai media tanam. Rancangan model rakit apung didesain 3D menggunakan *software Sketch Up Pro Versi 2021*, gambar rancangan model rakit apung dapat dilihat pada Gambar 3.1.



(Hasil Rancangan menggunakan SketchUP 3D, 2022)
Gambar 3.1 Rancangan Model Rakit Apung

Analisis Gaya Apung

Berdasarkan konsep model rakit apung yang sudah dirakit memberikan nilai massa yaitu 2,3 kg dengan rincian dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 3.1 Nilai massa dan bobot model rakit apung

Bahan	Jumlah	Bobot (g)	Total bobot (g)	Massa Jenis (ρ)	Volume Benda (m/ρ)
Botol Plastik 1500 ml	36	27	972	1,38 g/cm ³	704,35
Paku Rivet	96	1	96	7,84 g/cm ³	12,24
Ring	18	0,4	7,2	7,84 g/cm ³	0,92
Plat Penyangga (10 cm)	36	9	324	7,85 g/cm ³	41,27
Reng baja ringan	850 cm	1 g/cm	850	7,85 g/cm ³	108,28
Total			2298,2 g		867,07 g/cm ³

Sumber : Hasil Perhitungan menggunakan Ms. Excel (2022)

Bobot masing-masing item didapatkan menggunakan timbangan mikro, agar hasil yang didapatkan lebih akurat. Nilai massa jenis benda diketahui berdasarkan sumber literatur yang ada di Internet dan atau berdasarkan atas *fabricator*. Tabel 3.1 hanya merangkum kalkulasi untuk 1 model saja. Dimensi pelampung dicari berdasarkan gaya apung minimal dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

$$\text{Berat}_{\text{rakit}} (m) = 2,3 \text{ kg}$$

$$\text{Asumsi berat tanaman} : 220 \text{ g} \times 72 = 15840 \text{ g} = 15,8 \text{ kg}$$

$$m_{\text{total}} = 2,3 \text{ kg} + 36 \text{ kg} = 18,1 \text{ kg} + 2 \text{ (Safety Factor)} = 20,1 \text{ kg}$$

$$\text{Massa Jenis air } (\rho_a) = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Gaya gravitasi } (g) = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Dimensi model rakit} : (p) = 175 \text{ cm}, (l) = 80 \text{ cm dan } (t) = 12 \text{ cm}$$

Untuk mengetahui berapa rapat relatif (s) pada rancangan rakit apung maka perlu dihitung terlebih dahulu massa jenis benda sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = p \times l \times t$$

$$= 175 \times 80 \times 12$$

$$= 168000 = 0,168 \text{ m}^3$$

$$\text{Maka, } m_{\text{rakit}} = 2,3 \text{ kg} : 0,168 \text{ m}^3$$

$$= 13,69 \text{ kg/m}^3$$

Sehingga Rapat relatif

$$(S) = \frac{\rho_{\text{benda}}}{\rho_{\text{zatcair}}} = \frac{13,69 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,013$$

Berikutnya untuk mengetahui Metasentrum dan Stabilitas gaya apung dihitung sebagai berikut :

$$\text{Berat Benda} = FG = \gamma_b \times V$$

$$= \rho_b \times g \times V$$

$$= 13,69 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,168 \text{ m}^3$$

$$= 22,56 \text{ kgm/s}^2 = 22,56 \text{ N}$$

Perhitungan Kebutuhan Pelampung

Berdasarkan perhitungan analisis gaya apung tersebut di atas maka untuk asumsi berat media tanam menggunakan air mineral gelas seberat 220 gr dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui :

$$\text{Berat}_{\text{rakit}} (m) = 2,3 \text{ kg}$$

$$\text{Asumsi berat media tanam} : 220 \text{ g} \times 72 \text{ lubang} = 15840 \text{ g} = 15,84 \text{ kg}$$

$$\text{Massa Jenis air } (\rho_a) = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Gaya gravitasi } (g) = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Berat jenis udara} = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$M_{\text{total}} (W) = \text{Berat media tanam} + \text{Model rakit}$$

$$= 15,84 \text{ kg} + 2,3 \text{ kg}$$

$$= 18,14 \text{ kg} \downarrow$$

Untuk mendapatkan berapa kebutuhan minimum pelampung yang akan digunakan maka perlu diketahui daya apung (Fa) maksimum pelampungnya dengan perhitungan berikut.

$$\text{Daya apung 1 botol plastik 1,5 L } (Fa) = \text{Berat botol plastik kosong} + \text{Berat jenis udara} = 0,027 \text{ gr} + 1,2 \text{ kg} = 1,227 \text{ kg} \uparrow$$

Maka untuk mengapungkan Model rakit apung seberat 18,14 kg dibutuhkan minimal 18 botol plastik 1,5 L, namun sebagai *safety factor* digunakan 20 botol plastik.

$$20 \text{ botol plastik} \times 1,227 \text{ kg} = 24,54 \text{ kg} \uparrow$$

Uji Kinerja Dan Optimalisasi Penggunaan Limbah Botol Plastik yang digunakan dalam Pembuatan Rakit Apung sebagai tempat media tanam di Daerah Desa Lama Kecamatan Hampan Perak Kabupaten Deli Serdang bertujuan untuk menguji kinerja dan optimalisasi penggunaan limbah botol plastik yang digunakan dalam pembuatan rakit apung sebagai tempat media tanam di atas lahan yang tergenang dalam kurun waktu tertentu.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli 2022 di Desa Lama Kecamatan Hampan Perak Kabupaten Deli Serdang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif dengan menggunakan rancangan teknik yang terdiri dari tiga tahapan, 1) Tahap perancangan Model Rakit Apung, 2) Tahap pembuatan Model Rakit Apung, dan 3) Tahap pengujian Model Rakit Apung. Parameter yang diamati adalah parameter teknik.

Parameter teknik meliputi perhitungan stabilitas dan perhitungan beban yang mampu ditahan oleh rakit. Model Rakit apung yang digunakan adalah rakit yang terbuat dari limbah botol plastik yang digunakan sebagai pelampung. Limbah botol plastik yang digunakan adalah limbah botol plastik bervolume 1500 ml dan 220 ml, yang terdiri atas 2 Model yaitu : 1) Model Rakit Apung dengan Pelampung posisi horizontal, 2) Model Rakit Apung dengan Pelampung posisi Vertikal.

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian stabilitas pada rakit berbahan limbah botol plastik 1500 ml menunjukkan hasil yang positif, rakit tidak tenggelam pada saat pengujian, namun terlihat perbedaan stabilitas pada kedua model tersebut.

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan hasil bahwa pelampung terjadi penurunan daya dukung pelampung hal ini mengakibatkan berkurangnya stabilitas model rakit apung dan beban yang mampu

ditopang juga tidak seefektif dibandingkan dengan mode rakit apung dengan posisi pelampung horizontal.



Gambar 4.1 Pengujian pada model rakit (model 1) Dengan pelampung Horizontal (Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 4.2 Pengujian pada model rakit (model 1) Dengan pelampung Vertikal (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Untuk dapat menambah daya dukung pelampung pada model rakit apung (model 2) maka dibutuhkan semacam tulangan pada sisi tengah di antara 4 posisi botol yang berdiri. Selain itu perlu penambahan penggunaan paku rivet untuk menambah kekuatan pelampung terhadap daya dorong ke atas.

Maka dapat disimpulkan bahwa Volume pelampung mempengaruhi beban yang ditopang rakit. Semakin besar volume pelampung yang digunakan, maka beban yang mampu ditopang akan semakin besar. Model rakit apung dengan pelampung posisi horizontal (model 1) lebih memiliki daya dukung serta stabilitas yang lebih baik bila dibandingkan dengan model rakit apung dengan pelampung posisi vertikal (model 2).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Al Rizky Aprian. 2020. *Desain Rakit Apung Dengan Pelampung Berbentuk Persegi Panjang*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Atmira Sariwati dkk. 2018. *Pelatihan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Media Pertumbuhan Tanaman Hidroponik*. *Journal of Community Engagement and Employment*, ISSN: 2714-5735. Kediri.
- Arini Rosa S. 2017. *Sejarah dan Filsafat Sains sebagai Pendekatan dalam Pengajaran Fisika pada Konsep Archimedes*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*, Vol. 1, No. 1. Hal. 23-28. Mei 2017. Buay Madang. Sumatera Selatan.
- Darman M. Arsyad dkk. 2014. *Pengembangan Inovasi Pertanian di Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan*. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* Vol. 7 No. 4, Hal. 169-176. Desember 2014. Bogor.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2011. *Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian*. Hal. 4-23. Jakarta.
- Dwi Haryanta dkk. 2018. *Sistem Pertanian Terpadu*. Penerbit UWKS Press. Cetakan Pertama. ISBN 978-602-53115-0-5. Surabaya.
- Edward Saleh dkk. 2018. *Adaptasi Pola Genangan Air Rawa Lebak dengan Budidaya Tanaman Padi Mengambang di Desa Pelabuhan Dalam, Kabupaten Ogan Ilir*. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Fajar Nugroho. 2015. *Baja Ringan Sebagai Salah Satu Alternatif Pengganti Kayu Pada Struktur Rangka Kuda-Kuda Ditinjau Dari Segi Biaya*. *Jurnal Momentum* Vol. 17 No.1. Februari 2015. Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Padang, Padang.
- Fakhrul Irfan Khalil dkk. 2020. *Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Media Hidroponik Di Desa Kediri Kecamatan Kediri Kabupaten Lombok Barat*. *Jurnal Abdi Mas TPB Volume 3 Nomor 1 Januari 2021* (hal 40-48). Mataram.
- Hazairin dkk. 2021. *Optimasi Bentuk Penopang Pelat Beton Apung*. *Jurnal Reka Racana*. Vol. 7. No. 1. Hal. 44-55. Maret 2021. ISSN : 2477-2569. Institut Teknologi Nasional Bandung. Bandung.
- Hersayadi Abdullah. 2019. *Rancangan Rakit Pengapung Media Budidaya Tanaman Padi dengan Pengapung Berbentuk Kotak pada Lahan Rawa Lebak*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Ida Nurul dan Suryanto. 2015. *Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian dan Strategi Adaptasi pada Lahan Rawan Kekeringan*. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*. Vol. 16, No. 1, Hal. 42-52. April 2015. Surakarta.
- Ihsan Zakirsyah. 2011. *Sistem Pertanian Terapung Menggunakan Rakit Apung Rumput Teki Air (Cyperaceae sp) untuk Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (Lactuca sativa L) dengan Perlakuan Pupuk Organik di Rawa Lebak Desa Pampangan Kabupaten Ogan Komering Ilir*. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Juliana R. M. 2018. *Curah Hujan dan Dampak Terhadap Potensi Banjir Di Kota Medan Provinsi Sumatera Utara*. Departemen Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara. Medan
- M. Irshan Kahfi. 2018. *Uji Kinerja Dan Optimalisasi Rakit Berbahan Limbah Botol Plastik Yang Digunakan Sebagai Tempat Media Tanam Di Daerah Rawa Lebak*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Nastain. 2005. *Mekanika Fluida*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Pemerintah Indonesia. 2019. *Undang-Undang No. 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan*. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Perdinan dkk. 2018. *Adaptasi Perubahan Iklim dan Ketahanan Pangan : Telaah Inisiatif dan Kebijakan*. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, Vol. 5 No. 1 Tahun 2018 Halaman 60-87. Jakarta
- Rahmat Mauluddin. 2018. *Balai Pertanian Di Kabupaten Enrekang dengan Pendekatan Arsitektur Ekologis*. Jurusan Arsitektur. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.
- Ruminta dan T. Nurmala. 2016. *Dampak Perubahan Pola Curah Hujan Terhadap Tanaman Pangan Lahan Tadah Hujan Di Jawa Barat*. *Jurnal Agrin* Vol. 20, No. 2, Oktober 2016, ISSN : 1410-0029. Jatinangor.
- Santi Anisyah. 2017. *Pengaruh Limbah Cair Tapioka Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (Lactuca Sativa L.) Dengan Teknik Hidroponik Rakit Apung*. Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung.
- Siti Masreah B dkk, 2012. *Model Pertanian Terapung dari Bambu untuk Budidaya Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir) di Lahan Rawa*. *Jurnal Lahan Suboptimal* Vol. 1, No. 2 : 177-185, Oktober 2012, ISSN : 2302-3015. Palembang.
- Syafrullah. 2014. *Sistem Pertanian Terapung dari Limbah Plastik pada Budidaya Bayam (Amaranthus tricolor L.) Di Lahan Rawa Lebak*. *Jurnal Klorofil IX – 2 : 80 – 83*, Desember 2014, ISSN: 2085-9600. Palembang.
- Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2021. *Modul Matrikulasi Fisika*. www.tekniksipil.umy.ac.id. Diakses pada 29 September 2022. Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Wahyunto dan Ai Dariah. 2014. *Degradasi Lahan di Indonesia : Kondisi Existing, Karakteristik dan Penyeragaman definisi mendukung Gerakan menuju Satu Peta*. *Makalah Review Jurnal*, ISSN: 1907-0799. Bogor.
- Yuwono B Pratiknyo dkk. 2011. *Rancang Bangun Water Bike sebagai Sarana Wisata dan Pengontrol Karambah Waduk Tanjungan Mojokerto*. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*. Universitas Surabaya. Surabaya.