

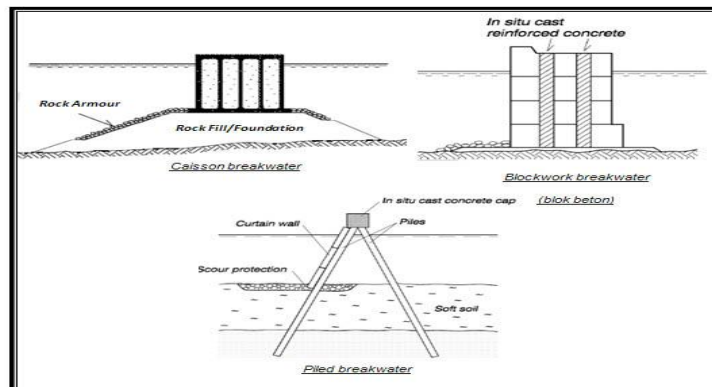
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landasan Teori

##### 2.1.1 Floating Break Water

Pemecah gelombang atau dikenal sebagai pemecah ombak atau bahasa Inggris floating breakwater merupakan prasarana yang dibangun untuk memecahkan ombak/gelombang, dengan menyerap sebagian tenaga gelombang. Pemecah gelombang dipergunakan buat mengendalikan abrasi yang menggerus garis pantai, serta buat menenangkan gelombang pada pelabuhan sebagai akibatnya kapal dapat merapat pada pelabuhan menggunakan lebih praktis dan cepat. Pemecah Gelombang Air Atau Pemecah gelombang harus pada desain sedemikian sebagai akibatnya arus bahari tidak mengakibatkan pendangkalan karena pasir yg ikut dalam arus mengendap pada kolam pelabuhan. Bila hal ini terjadi maka pelabuhan perlu dikeruk secara reguler.



Gambar 2. 1 Jenis-jenis pemecah ombak

Pemecah Gelombang Air Atau secara garis besar ada 2 jenis konstruksi breakwater yaitu Shore-connected Breakwater (pemecah gelombang sambung pantai) serta Offshore Breakwater atau pemecah gelombang tanggal pantai ( CERC, SPM. Vol. 1, 1984 ). Shore-connected Breakwater merupakan jenis struktur yang berafiliasi langsung dengan pantai atau daratan, sedangkan Offshore Breakwater merupakan konstruksi breakwater yang tidak berafiliasi menggunakan garis pantai dan dibuat sejajar pantai serta berada pada jarak tertentu berasal garis pantai. Bangunan ini direncanakan buat melindungi pantai yg terletak di belakangnya asal serangan gelombang serta bisa dirancang sedemikian rupa sebagai akibatnya

memungkinkan terjadi limpasan gelombang yang bisa mengurangi terbentuknya tembolo yaitu endapan sedimen pada belakang struktur.



(a) Shore-connected Breakwater, (b) Offshore Breakwater

Gambar 2. 2 (a) Shore-connected Breakwater, (b) Offshore Breakwater

### 2.1.2 Plastik

Plastik merupakan senyawa polimer yang tercipta dari polimerisasi molekul– molekul kecil( monomer) hidrokarbon yang kesimpulannya hendak membentuk rantai panjang dengan stuktur yang kaku. Plastik ialah senyawa sintetis dari minyak bumi( paling utama hidrokarbon rantai pendek) yang terbuat dengan polimerisasi molekul– molekul kecil( monomer) yang sama, sehingga membentuk rantai panjang yang kaku serta hendak jadi padat sehabis temperature pembentukannya. Plastik mempunyai titik didih serta titik beku yang bermacam-macam, bergantung dari monomer pembentukannya( Klein, 2011).

Plastik pada utamanya dikelompokkan jadi 2 berbagai ialah thermoplastik serta thermosetting ataupun thermoset. Thermoplastik merupakan bahan plastik yang bila dipanaskan hingga temperatur tertentu, hendak mencair serta bisa dibangun 5 kembali jadi wujud semacam film, fiber, kemasan( packing), contohnya merupakan: polyethylene( PE), polypropylene( PP), serta polyvinyl cgloride( PVC). Sebaliknya thermosetting merupakan plastik yang mempunyai ciri keras, mempertahankan wujudnya serta tidak bisa berganti ataupun diganti kembali kedalam wujud aslinya. Thermosetting ataupun thermoset bisa digunakan buat bagian dari mobil, bagian dari pesawat hawa serta ban. Contoh thermoset yakni: polyurethanes, polyester, epoxy resins serta phenolic resin. Elastomers merupakan bahan plastik yang mempunyai elastisitas lembut serta umumnya tidak bisa dicairkan( Klein, 2011).



Gambar 2. 3 Jenis-jenis Plastik

#### a) Jenis – jenis Plastik :

##### 1. PETE

Tipe plastik ini cuma dapat digunakan sekali gunakan. Tidak dianjurkan buat memakai kesekian kali, paling utama mengisinya dengan air hangat sebab susunan polimer serta zat karsinogenik pada plastik bisa larut( lepas) serta menimbulkan kanker pada organ badan manusia.

##### 2. HDPE

Simbol ini digunakan buat suatu plastic yang dibuat dari high desity polyethylene yang umumnya digunakan buat gallon air minum, botol shampo, serta plastik kemasan tebal yang lain. Tipe plastik ini tercantum kalangan plastik yang lumayan nyaman digunakan kesekian kali sebab sangat kerap didaur ulang dengan nilai ekonomi serta proses daur ulang yand simpel. **PVC**

Beberapa barang plastik yang dibuat dari plastik polyvinyl chloride ini kerap pula diucap dengan“ plastik beracun” sebab memiliki bermacam berbagai bahan kimia beracun yang bisa larut serta beresiko untuk kesehatan. Sehingga butuh dihindari memakai tipe plastik ini buat kemasan santapan serta minuman. **LDPE**

Jenis plastik ini terbuat dari bahan low density polyethylene yang bersifat elastis, memiliki daya tahan yang lama dan dapat digunakan untuk berulang kali. Biasanya terdapat pada kantong plastik (kresek), kantong plastik sampah, tas belanja, hingga bungkus makanan.

##### 3. PP

Simbol ini digunakan untuk plastik yang terbuat dari polypropylene. Barang plastik dengan simbol ini baik digunakan sebagai tempat makanan maupun

minuman karena terbuat dari polypropylene yang sangat kuat dan cukup aman digunakan meski pada suhu yang panas.

#### 4. PS

Plastik jenis ini terbuat dari polystyrene yang banyak digunakan sebagai tempat makan styrofoam, tempat telur, sendok/garpu plastik, foam packaging hingga bahan bangunan (bahan flooring). Plastik ini dapat mengeluarkan styrene yang merupakan zat karsinogen yang dapat menyebabkan kanker.

#### 5. Other

Penggunaan jenis plastik ini untuk makanan atau minuman sangat berbahaya karena bisa menghasilkan racun Bisphenol-A (BPA) yang bisa menimbulkan kerusakan pada beberapa organ dan mengganggu hormone tubuh. Simbol ini biasanya digunakan pada plastic untuk botol minum bayi, botol minum olahraga, smartphone cases, dan compact disk.

##### 2.1.3 Plastik LDPE (Low Density Polyethylene)



Gambar 2. 4 Plastik LDPE

*Low Density Polyethylene* (LDPE) adalah termoplastik yang terbuat dari monomer etilena. Itu adalah polietilena kelas satu. LDPE memiliki lebih banyak percabangan (sekitar 2% dari atom karbon) daripada HDPE, sehingga gaya antarmolekulnya (daya tarik dipol sesaat yang diinduksi dipol) lebih lemah, kekuatannya lebih rendah, dan ketahanannya lebih tinggi. Cabang-cabang samping berarti molekulnya kurang rapat dan kurang kristalin, dan oleh karena itu kepadatannya lebih rendah. Ketika terkena sinar matahari terus-menerus, plastik menghasilkan dua gas rumah kaca dalam jumlah yang signifikan: metana dan etilena. Karena kepadatannya yang lebih rendah (percabangan tinggi), ia lebih mudah terurai daripada plastik lainnya; saat ini terjadi, luas

permukaannya meningkat. Produksi gas-gas jejak ini dari plastik murni meningkat seiring dengan luas permukaan dan waktu, sehingga LDPE mengeluarkan gas rumah kaca pada tingkat yang lebih tidak berkelanjutan daripada plastik lainnya.

#### 2.1.4 Oli Bekas

Oli mesin adalah campuran kompleks hidrokarbon dan senyawa-senyawa organik lain yang digunakan untuk melumasi 10 bagian-bagian mesin kendaraan agar mesin bekerja dengan lancar. Fungsi utama suatu pelumas adalah untuk mengendalikan friksi dan keausan. Namun pelumas juga melakukan beberapa fungsi lain yang bervariasi tergantung di mana pelumas tersebut diaplikasikan, pertama pencegahan korosi dimana pelumas berfungsi sebagai preservative.



Gambar 2. 5 Oli Bekas

Pada saat mesin bekerja pelumas melapisi bagian mesin dengan lapisan pelindung yang mengandung adiktif untuk menetralkan bahan korosif. Kedua pengurangan panas, pelumas tersebut mampu menghilangkan panas yang dihasilkan baik dari gesekan atau sumber lain seperti pembakaran atau kontak dengan zat tinggi. Secara umum terdapat 2 macam oli bekas, yaitu oli bekas industri (light industrial oil) dan oli hitam (black oil). Oli bekas industri relatif lebih bersih dan mudah dibersihkan dengan perlakuan sederhana, seperti penyaringan dan pemanasan. Oli hitam berasal dari pelumasan otomotif. Oli ini dalam pemakaiannya mendapat beban termal dan mekanis yang lebih tinggi. Dalam oli hitam terkandung partikel logam dan sisa pembakaran.

Oli mengandung bahanbahan kimia, di antaranya hydro karbon dan sulfur, karena bekerja melumasi logam-logam, oli bekas juga mengandung sisa bahan bakar, tembaga, besi, alumunium, magnesium dan nikel dan lain-lain.



Gambar 2. 6 Limbah Oli Bekas

#### 2.1.5 Media Pendingin

Media pendingin merupakan fluida yang digunakan untuk menyerap panas dari benda kerja sehingga suhu material turun hingga mencapai temperatur yang diinginkan. Pemilihan media pendingin akan memengaruhi laju perpindahan panas, waktu pendinginan, penyusutan dimensi, dan kualitas produk akhir.

Menurut Ramadhan, Diniardi, dan Daroji (2017), pendinginan merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi terjadinya **shrinkage** pada produk plastik hasil proses pencetakan. Pendinginan dapat dilakukan menggunakan media udara maupun fluida seperti air. Efektivitas media pendingin bergantung pada kemampuan media tersebut dalam menyerap panas sehingga produk lebih cepat mencapai temperatur yang diizinkan.

Pada penelitian floating breakwater berbahan campuran plastik LDPE dan oli bekas, media pendingin digunakan untuk mempercepat pelepasan panas setelah proses pencetakan sehingga diperoleh dimensi produk yang lebih stabil.

##### 2.1.1.1 Air



Gambar 2. 7 Air

Air merupakan media pendingin yang paling banyak digunakan karena mudah diperoleh, murah, serta memiliki kemampuan menyerap panas yang tinggi.

Air memiliki kapasitas panas spesifik yang besar sehingga mampu mempercepat proses perpindahan kalor dari benda kerja ke lingkungan.

Ramadhan dkk. (2017) menjelaskan bahwa pendinginan menggunakan media air (water cooling) menghasilkan nilai penyusutan (shrinkage) yang lebih kecil dibandingkan pendinginan udara karena proses perpindahan panas berlangsung lebih efektif dan temperatur cetakan menjadi lebih stabil. Kondisi tersebut menghasilkan distribusi temperatur yang lebih merata sehingga kualitas produk menjadi lebih baik

#### *2.1.1.2 Bromus*

Bromus merupakan fluida pendingin yang umumnya terdiri atas campuran air dan etilen glikol atau propilen glikol yang ditambah aditif antikorosi dan antioksidan. Bromus dirancang agar memiliki kemampuan menyerap panas sekaligus menjaga kestabilan temperatur selama proses pendinginan.



Gambar 2. 8 Bromus

Menurut Fajar dan Ansyori (2023), radiator Bromus memiliki kemampuan menjaga temperatur sistem pendingin lebih stabil dibandingkan penggunaan air biasa karena memiliki karakteristik perpindahan panas yang baik serta mampu mengurangi terbentuknya korosi pada sistem pendingin.

Pada penelitian ini, Bromus diharapkan mampu menghasilkan proses pendinginan yang lebih cepat dibandingkan air sehingga penyusutan floating breakwater dapat dikendalikan tanpa memperpanjang waktu pendinginan secara signifikan.

### 2.1.1.3 Oli Bekas Sebagai Pendingin



Gambar 2. 9 Oli Bekas

Oli juga dapat digunakan sebagai media pendingin karena mampu menyerap panas dari material panas. Dibandingkan air, oli memiliki viskositas yang lebih tinggi sehingga proses perpindahan panas berlangsung lebih lambat. Selain itu, sifat oli yang memiliki titik didih lebih tinggi dibandingkan air membuat media ini tetap stabil ketika digunakan pada material yang memiliki temperatur tinggi. Karakteristik tersebut memungkinkan proses pendinginan berlangsung secara kontinu tanpa terjadi penguapan yang cepat. Pendinginan yang lebih stabil ini juga membantu mengurangi kemungkinan terjadinya penyusutan yang tidak merata pada material berbasis polimer. Pendinginan yang lebih lambat menghasilkan penurunan temperatur yang lebih bertahap sehingga dapat mengurangi perubahan dimensi akibat pendinginan yang terlalu cepat.

Dalam penelitian mengenai penggunaan oil cooler, Muhammad dkk. (2024) menjelaskan bahwa oli berfungsi sebagai media penghantar panas yang mampu menjaga kestabilan temperatur sistem. Penambahan sistem pendingin oli terbukti mampu menurunkan temperatur kerja sehingga performa sistem menjadi lebih stabil.

Pada floating breakwater berbahan LDPE dan oli bekas, media pendingin oli diperkirakan memberikan pendinginan yang lebih lambat dibandingkan air sehingga penyusutan dimensi dapat menjadi lebih kecil.

#### 2.1.6 Penyusutan (*Shrinkage*)

Penyusutan (*shrinkage*) merupakan perubahan dimensi suatu material setelah mengalami proses pembentukan dan pendinginan. Pada material polimer, penyusutan terjadi akibat penurunan volume ketika material berubah dari kondisi cair menjadi padat serta akibat kontraksi termal selama proses pendinginan. Besarnya penyusutan dipengaruhi oleh jenis material, temperatur proses, laju pendinginan, tekanan selama pencetakan, dan geometri produk.

Menurut Ramadhan, Diniardi, dan Daroji (2017), penyusutan merupakan salah satu parameter kualitas yang penting pada produk plastik karena menentukan kesesuaian dimensi produk terhadap ukuran cetakan. Penyusutan yang terlalu besar dapat menyebabkan perubahan bentuk (*warpage*), ketidaksesuaian ukuran, serta menurunkan kualitas produk. Oleh karena itu, pengendalian proses pendinginan menjadi salah satu faktor utama untuk memperoleh nilai penyusutan yang rendah.

Pada proses pencetakan material termoplastik, penyusutan dimulai ketika temperatur material turun hingga di bawah temperatur leleh (*melting temperature*). Selama proses tersebut, jarak antarmolekul menjadi lebih rapat sehingga volume material berkurang. Semakin besar penurunan temperatur yang terjadi, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya penyusutan dimensi.

Menurut Osswald dan Menges (2012), penyusutan pada material termoplastik dipengaruhi oleh proses kristalisasi dan kontraksi termal. Material yang memiliki tingkat kristalinitas tinggi cenderung mengalami penyusutan yang lebih besar dibandingkan material yang bersifat amorf karena susunan molekulnya menjadi lebih rapat setelah pendinginan.

Pada penelitian ini, material yang digunakan adalah campuran plastik Low Density Polyethylene (LDPE) dan oli bekas. LDPE merupakan polimer semi-kristalin sehingga selama proses pendinginan akan mengalami pembentukan kristal yang menyebabkan perubahan volume. Selain sifat material, jenis media pendingin juga memengaruhi laju pelepasan panas. Pendinginan yang terlalu cepat dapat menghasilkan gradien temperatur yang tinggi sehingga meningkatkan tegangan sisa (*residual stress*), sedangkan pendinginan yang lebih lambat memungkinkan distribusi temperatur menjadi lebih merata sehingga penyusutan dapat lebih terkendali.

Dalam penelitian ini, penyusutan dihitung berdasarkan perubahan dimensi produk setelah proses pendinginan dibandingkan dengan dimensi awal cetakan. Persentase penyusutan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Penyusutan (\%)} = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

$L_0$  = Dimensi Acuan (cm)

$L_1$  = Dimensi Hasil Cetakan (cm)

#### 2.1.7 Fluke Meter



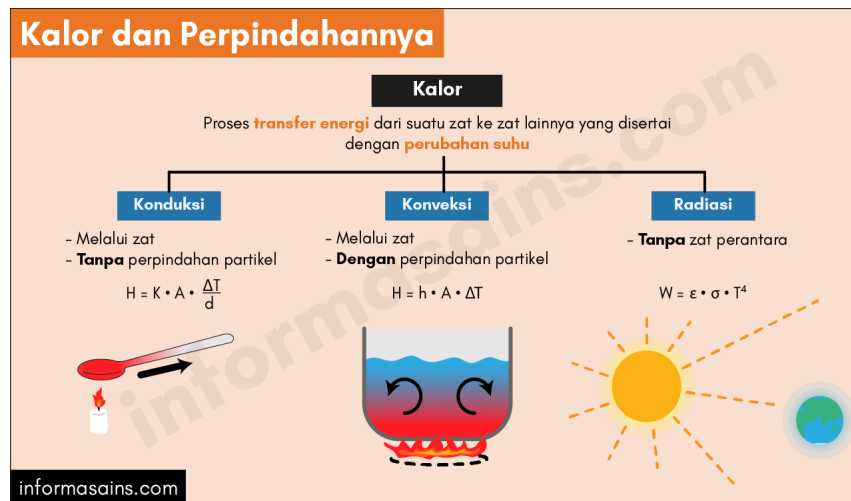
Gambar 2. 10 Fluke Meter

Fluke meter merupakan alat ukur elektronik yang digunakan untuk melakukan pengukuran berbagai besaran listrik maupun temperatur dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dalam penelitian teknik mesin, Fluke meter banyak dimanfaatkan untuk pengukuran tegangan, arus, hambatan, frekuensi, serta temperatur melalui penggunaan sensor suhu seperti termokopel. Penggunaan Fluke meter bertujuan memperoleh data pengukuran yang akurat dan stabil sehingga dapat digunakan dalam analisis proses maupun evaluasi kinerja suatu sistem.

Menurut Fluke Corporation (2023), Fluke meter dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengukuran di bidang industri, laboratorium, dan penelitian karena memiliki tingkat ketelitian yang tinggi, respons pengukuran yang cepat, serta kemampuan bekerja pada berbagai kondisi lingkungan. Pada pengukuran temperatur, Fluke meter umumnya menggunakan sensor termokopel tipe K yang mampu mengukur suhu pada rentang sekitar  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $1.372\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tergantung tipe alat dan sensor yang digunakan.

Dalam penelitian ini, Fluke meter digunakan untuk mengukur temperatur bagian alas tabung, sehingga memudahkan peneliti untuk mengetahui panas yang dihasilkan dari heater yang berada dibagian alas tabung. Keakuratan pengukuran temperatur sangat penting karena laju pendinginan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi perubahan dimensi material termoplastik.

### 2.1.8 Konduksi



Gambar 2. 11 Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas dari area bersuhu tinggi ke area bersuhu rendah dalam medium yang bersinggungan langsung. Ketika suatu benda memiliki gradien suhu, panas dan energi akan bergerak dari bagian yang lebih panas ke bagian yang lebih dingin. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa energi berpindah melalui konduksi, dan laju perpindahan panas ini dapat dinyatakan sebagai (Holman, 2000).

Rumus konduksi panas :

$$Q = \frac{k.A.(T_1 - T_2)}{L} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan

Q: energi panas yang ditransfer (Joule)

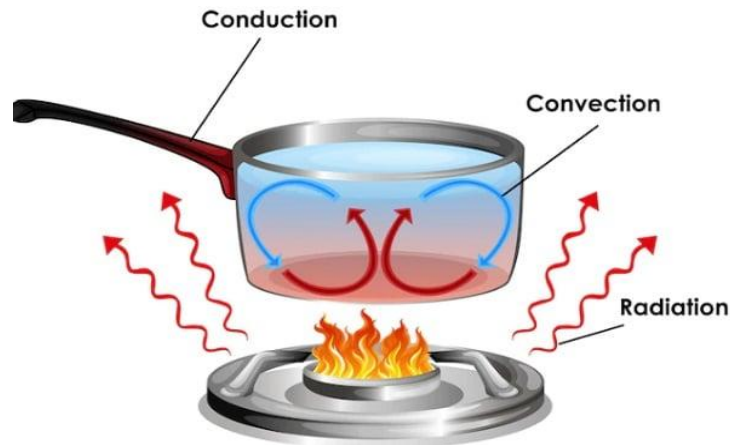
k: konduktivitas termal material (W/m·K)

A: luas area permukaan tempat panas mengalir (m<sup>2</sup>)

T<sub>1</sub> dan T<sub>2</sub>: suhu pada kedua sisi material (Kelvin atau Celsius)

d: ketebalan material (m)

### 2.1.9 Konveksi



Gambar 2. 12 Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan panas melalui aliran medium perantara. Medium yang digunakan dalam konveksi biasanya berupa air atau gas, di mana panas akan berpindah seiring dengan pergerakan partikel-partikel air atau udara akibat perbedaan massa jenis.

**Rumus konveksi panas (hukum Newton tentang pendinginan) :**

$$Q = h \cdot A(T_s - T_{\infty}) \dots \dots \dots (2.3)$$

**Di mana:**

h: koefisien perpindahan panas konveksi ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ )

A: luas permukaan kontak antara fluida dan benda ( $\text{m}^2$ )

$T_s$ : suhu permukaan benda (Kelvin atau Celsius)

$T_{\infty}$ : suhu fluida (Kelvin atau Celsius)

### 2.1.10 Menentukan Energi Pada Nozzle Heater

Energi panas merupakan energi yang diperlukan untuk menaikkan temperatur suatu material dari suhu awal hingga mencapai suhu yang diinginkan. Pada proses peleburan plastik, energi panas yang diberikan oleh heater akan diserap oleh material sehingga temperatur material meningkat. Besarnya energi yang dibutuhkan dipengaruhi oleh massa material, kalor jenis material, dan perubahan temperatur yang terjadi.

Menurut Çengel dan Boles (2019), jumlah energi panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur suatu benda tanpa terjadi perubahan fase dapat dihitung menggunakan persamaan kalor sensibel (*sensible heat*), yaitu:

$$Q = c . m . \Delta T \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Q = Energi (watt) / (J/s)       $\Delta T$  = Selisih temperature (°C)

C = Kalor Jenis ( J/KG°C)    m = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)

#### 2.1.11 Menghitung Dimensi Floating Break Water

Dimensi merupakan ukuran geometris suatu benda yang dinyatakan dalam panjang, lebar, dan tinggi. Pada penelitian yang berkaitan dengan proses manufaktur maupun pengujian material, pengukuran dimensi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian ukuran produk terhadap desain awal serta untuk mengevaluasi perubahan dimensi yang terjadi akibat proses pembentukan maupun pendinginan.

Pada penelitian ini, floating breakwater yang dibuat dari campuran plastik **Low Density Polyethylene (LDPE)** dan oli bekas memiliki bentuk balok. Oleh karena itu, volume spesimen dapat dihitung menggunakan persamaan volume balok. Nilai volume digunakan untuk mengetahui ukuran geometris produk serta sebagai dasar dalam menganalisis perubahan dimensi akibat penyusutan (*shrinkage*) setelah proses pendinginan.

Menurut Halliday, Resnick, dan Walker (2014), volume merupakan besaran yang menyatakan ruang yang ditempati oleh suatu benda. Untuk benda berbentuk balok, volume dihitung sebagai hasil perkalian antara panjang, lebar, dan tinggi.

**Untuk mencari volume pada floating break water:**

$$v = p . l . t \dots\dots\dots(2.5)$$

**Keterangan :**

V = volume (cm<sup>3</sup>)

p = panjang (cm)

l = Lebar (cm)

t = tinggi (cm)

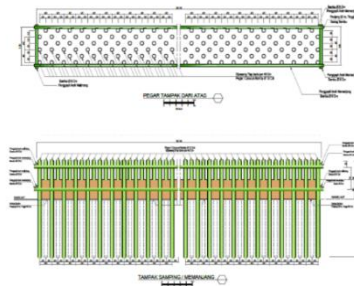
## 2.2 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dede M. Sulaiman dan Agustia Arum Larasari (2017) dengan judul "Rehabilitasi Pantai Dengan Pemecah Gelombang Tiang Pancang Dari Bambu Bulat Bersekat". Penelitian ini bertujuan untuk membuat dua model pemecah gelombang tiang pancang terdiri dari model lurus dan model zigzag yang tersusun dari bambu bulat, telah diuji transformasi gelombangnya pada saluran gelombang 2D di Laboratorium Balai Litbang Pantai, Buleleng, Bali. Kedua model terdiri dari empat baris tiang, pada baris terakhir dekat ke pantai dipasang sekat setinggi permukaan air laut rata-rata. Pembangkit gelombang yang digunakan adalah *segmented piston type-wave generator* yang menghasilkan gelombang regular maupun irregular.



Gambar 2. 13 Penghalang Ombak dari Bambu

Eksperimen dilakukan dengan melewati gelombang melalui pegar tiang pancang kemudian mengukur tinggi gelombang insiden dan transmisi.

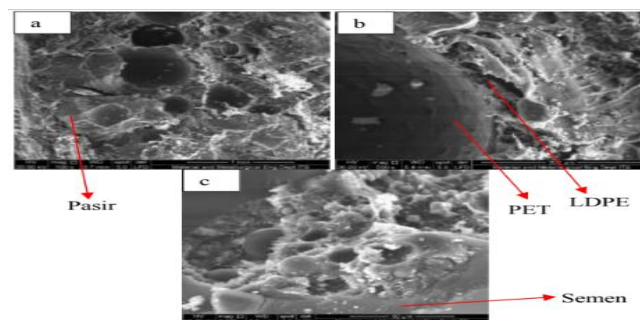


Gambar 2. 14 Mekanisme Penghalang Ombak dari Bambu

Hasil dari penelitian ini mengetahui nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ) sebagai fungsi dari kecuraman gelombang ( $H_i/gT^2$ ) untuk skenario muka air HWL dan MSL diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Transmisi gelombang mengalami penurunan seiring kenaikan kecuraman gelombang. Dengan kata lain, apabila tinggi gelombang diasumsikan konstan, maka keberadaan struktur tidak berpengaruh banyak pada gelombang-gelombang panjang. Pada struktur bersekat, bila dibandingkan dengan struktur tanpa sekat, pada seluruh formasi dan variasi

lebar celah antar tiang, koefisien transmisi mengalami penurunan berkisar 10-20% saat HWL dan 13-26% saat MSL. Efisiensi penggunaan sekat meningkat pada muka air yang lebih rendah. Adanya sekat impermeable mengurangi massa air yang melimpas melewati struktur. Dengan adanya penurunan volume air yang melimpas, energi gelombang yang menjalar ke perairan di belakang struktur ikut mengecil. Penurunan transmisi juga disebabkan oleh transformasi gelombang menjadi gelombang refleksi akibat mengenai struktur vertikal. Namun, pada penelitian ini tidak dianalisis besaran refleksi yang terbentuk.

Adapun penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Muhammad Irfan Bibra (2018) dengan judul "Studi Pengaruh Variasi Agregat Limbah Plastik Ldpe/Pet/Styrofoam Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Berbasis Semen Portland Untuk Aplikasi Breakwater".

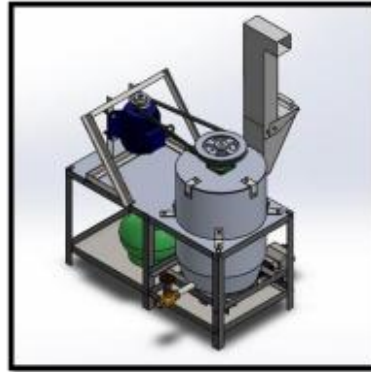


Gambar 2. 15 Bentuk Fisik Agregat Plastik

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi agregat limbah plastik LDPE/PET/Styrofoam terhadap sifat fisik dan sifat mekanik komposit berbasis semen Portland untuk aplikasi breakwater dan menganalisis komposisi komposit optimal untuk aplikasi breakwater. Pengurangan filler agregat limbah plastik LDPE/PET/Styrofoam mempengaruhi sifat fisis dari material komposit. Pengurangan filler agregat limbah plastik cenderung meningkatkan sifat fisik dari material komposit. Densitas maksimal dari material komposit adalah sebesar 2.06 g/cm<sup>3</sup>. Persentase water absorbability terendah adalah sebesar 6.02%. Sementara itu pengurangan filler agregat limbah plastik LDPE/PET/Styrofoam mempengaruhi sifat mekanis dari material komposit. Pengurangan filler agregat limbah plastik cenderung meningkatkan sifat mekanis dari material komposit.

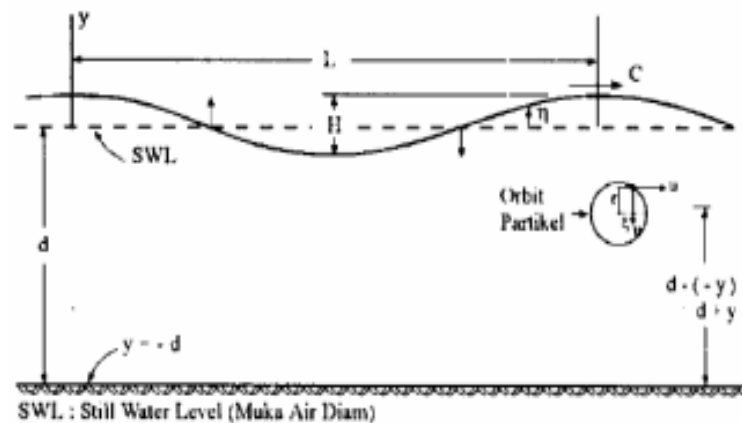
Adapun penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hendri Sukma, dkk (2021) dengan judul "Rancang Bangun Mesin Pelebur Dan Pencetak Paving Block Berbahan Dasar Plastik Ldpe". Penelitian ini bertujuan untuk mendaur ulang

limbah plastik dengan cara peleburan dan kemudian dicetak kembali menjadi produk terpakai dan diharapkan dapat menjadi solusi dalam proses daur ulang limbah plastik yang semakin meningkat. Rancang bangun mesin pelebur ini menggunakan sistem pengaduk yang terdiri dari 4 blade untuk mempermudah proses peleburan limbah plastik. Perencanaan dari mesin ini yaitu menggunakan motor listrik arus AC 1 HP dengan kecepatan putaran 1330 RPM.



Gambar 2. 16 Mesin Pencetak Paving Block

Mesin pelebur dan pencetak paving block berbahan dasar plastik LDPE dirancang dengan sistem pengaduk untuk memudahkan proses peleburan dan pencampuran. Daya penggerak dari pengaduk sangat bergantung pada viskositas plastik, sehingga didapatkan daya motor sebesar 1 HP berdasarkan perhitungan teknis. Dari hasil uji coba yang dilakukan, dapat diketahui dibutuhkan waktu 1 jam untuk melebur proporsi limbah plastik LDPE sebanyak 3 kg dan oli bekas sebanyak 2 liter dengan temperatur 200°C. Lama waktu peleburan tergantung dari banyaknya massa plastik dilebur, semakin banyak plastik yang dilebur maka semakin lama waktu yang dibutuhkan, begitu juga sebaliknya.



Gambar 2. 17 Sketsa Ombak

dapun penelitian terdahulu yang dilakukan Putri (2014) Penelitian ini berjudul "Analisa Kemampuan Hutan Mangrove Dalam Meredam Gelombang Di Pantai Kenjeran Surabaya". Penelitian ini dilakukan untuk mencari dan mengetahui keefektifan hutan mangrove dalam meredam gelombang laut dengan menggunakan 3 (tiga) metode penelitian yang sudah pernah ada berdasarkan karakteristik gelombang yaitu, periode dan tinggi gelombang. Survei pada hutan mangrove di Pantai Timur Surabaya dilakukan untuk mengambil sampling diameter dari batang dan akar pohon mangrove. Sampling tersebut bertujuan untuk menentukan nilai porositas ( $N_p$ ) dan koefisien transmisi gelombang ( $K_t$ ). Penelitian ini menggunakan metode dari Thaha (2001) dengan hubungan  $K_{Et}$  dengan  $B/gT_{02}$ ,  $H_i/B$ , dan  $B/L$ . Akan tetapi yang menghasilkan wave reduction (%) paling besar adalah hubungan  $K_{Et}$  dengan  $B/gT_{02}$ . Didapatkan nilai wave reduction (%) untuk Hutan Mangrove 1 yaitu 59,72% - 77,84%; sedangkan pada Hutan Mangrove 2 yaitu 70,31% – 85,01%. Semakin besar tinggi gelombang laut dangkal ( $H_i$ ) memiliki nilai wave reduction (%) semakin kecil, dikarenakan dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan umur pohon mangrove, tetapi sesuai tinggi gelombang laut dangkal ( $H_i$ ) pada periode kala ulang.

Adapun penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Reny, dkk (2016). Penelitian ini berjudul "Penguatan Ekosistem Pesisir: Monitoring Dan Pembelajaran Pembangunan Alat Pemecah Ombak (Apo) Di Kota Semarang". Tujuan dari penulisan artikel ini adalah sebagai monitoring dari pelaksanaan dan pembelajaran pembangunan alat pemecah ombak terhadap masyarakat di kawasan pesisir Kota Semarang khususnya di Kecamatan Genuk dan Tugu. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan campuran (mix method) kuantitatif dan kualitatif dengan metode penelitian deskriptif sehingga kajian lebih menekankan pada analisis fakta-fakta terukur yang digambarkan dalam bentuk deskripsi yang didukung oleh informasi yang digali dari masyarakat melalui wawancara dan arsip-arsip pada laporan-laporan yang telah disusun sebelumnya yang memuat perkembangan pembangunan APO.

Pembangunan APO baik di Karanganya, sudah melampaui target pembangunan 800 meter pemecah ombak karena total yang terbangun adalah 900 meter yang terdiri dari 700 meter (78%) APO ban dan 200 meter (22%)

Hybrid Engineering (HE). Total waktu yang diperlukan untuk membangun seluruh pemecah ombak adalah 1 tahun 2 bulan. Pembangunan APO memberikan dampak positif bagi masyarakat sehingga masyarakat secara sadar melakukan perawatan secara mandiri agar dampak positif yang mereka terima dapat mereka rasakan hingga jangka waktu yang lama. Dampak tersebut dirasakan oleh masyarakat yang terlibat secara langsung maupun masyarakat secara luas. Manfaat dirasakan pada aspek ekonomi dan lingkungan. Manfaat paling besar bagi masyarakat adalah meningkatnya penghasilan karena tambak terlindungi dan tanah sedimentasi yang terbentuk menyediakan tempat untuk mencari ikan dan kepiting lebih luas. Informasi iklim menjadi salah satu aspek penting yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan pemecah ombak karena kendala pengerjaan pemecah ombak utamanya ada pada kondisi cuaca yang tidak bisa diprediksi.

Adapun terdahulu yang dilakukan oleh Trimei Permanus, dkk (2024) dengan judul "Efektivitas Bangunan *Organic Coastal Defence* (OCD) untuk Meningkatkan Persentase Keberhasilan Penanaman Mangrove di *Mempawah Mangrove Park*". Penelitian ini bertujuan untuk membuat inovasi bangunan penahan lumpur dan pemecah ombak. Bangunan tersebut dinamai *Organic Coastal Defence* (OCD). Bangunan OCD terdiri dari bangunan penahan lumpur (mud trap) dan bangunan pemecah ombak (breakwater).



Gambar 2. 18 Pemecah Ombak

Berdasarkan hasil pemantauan kondisi tanaman mangrove setelah adanya bangunan *Organic Coastal Defence* (OCD), didapati bahwa persentase tanaman mangrove yang bertahan hidup dalam kondisi baik pada mud trap 1 sebesar 50 %, dan pada mud trap 2 sebesar 58%. Data tersebut menunjukkan bahwa adanya bangunan OCD dapat memberikan kesempatan tanaman mangrove untuk hidup di daerah pesisir pantai yang berhadapan langsung dengan gelombang dan arus laut, meskipun pada dasarnya keberhasilan penanaman mangrove dihitung berdasarkan

satu siklus kehidupan tanaman mangrove dimana mangrove yang ditanam sudah mampu berkembang biak dan menghasilkan bibit baru untuk keberlangsungan ekosistem mangrove, namun upaya untuk mencapai kondisi tersebut dapat didekati dengan upaya maupun dengan teknologi sebagai respon terhadap suatu permasalahan yang dihadapi agar dapat mencapai tujuan yang ingin diraih salah satunya dengan menggunakan bangunan pelindung pantai sekaligus pelindung tanaman mangrove seperti bangunan OCD.

Adapun terdahulu yang dilakukan oleh Aldi Bayu Pamungkas , Atikha Sidhi Cahyana (2024) dengan judul ” Uji Viskositas Penanganan Limbah B3 Liquid pada Oli Bekas Menggunakan Metode Taguchi ”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi yang tepat dalam pengamatan sistem penanganan (treatment) yang dilakukan perusahaan untuk mengatasi permasalahan B3, serta memberikan usulan kepada perusahaan bahwa dengan uji viskositas yang tepat dapat meningkatkan proses yang ada di perusahaan menjadi lebih baik. Selain itu juga dapat mendapatkan pengetahuan penerapan uji viskositas terhadap limbah B3, komposisi yang baik dalam metode Taguchi dapat meningkatkan penanganan limbah B3. Dari masalah yang ada, manfaat tingkat persentase kemurnian oli bekas dan tingkat kerapatan oli bekas limbah B3, Dapat mengetahui penerapan komposisi yang baik dalam metode Taguchi untuk meningkatkan penanganan limbah B3. Fenomena yang banyak terjadi jika pemanfaatan limbah B3 tidak dilakukan dengan benar, dapat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem lingkungan serta hingga dapat mencemari lingkungan tersebut sehingga diperlukan penanganan pengelolaan limbah B3 lebih efektif dengan pendekatan Taguchi.

Penilaian uji dengan metode taguchi focus pada karakteristik limbah pelumas dan tingkat viskositas, kerapatan oli dan tegangan permukaan oli, serta persentase tingkat kemurnian oli bekas. Hasil penelitian didapatkan bahwa nilai terbaik pada oli bekas harus memenuhi nilai viskositas 60 ms, kerapatan oli 0,96 gr sedangkan tegangan permukaan oli 17,65 dyne/cm, dan presentase kemurnian harus memenuhi nilai 80% daripada kandungan lain seperti air maupun *slug* yang terkandung di dalam oli bekas.

Penelitian sebelumnya Devica Natalia, dkk (2024) yang berjudul “Identifikasi Spesies Mangrove dengan menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA) pada Citra Landsat-8 di Taman Nasional Sembilang, Sumatera Selatan, Indonesia “.

Tabel 2. 1 Tabel Leleh Plastik

| Jenis Plastik                                | Penggunaan                       | Temp Lunak °C | Temp Leleh °C |
|----------------------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|
| <i>Polyethylene Terephthalate (PET/PETE)</i> | Kemasan Air Mineral              | 80            | 110           |
| <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>      | Botol Detergen , Kantong Plastik | 124           | 125-130       |
| <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>              | Pipa Air                         | 80            | 100-250       |
| <i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>       | Plastik Supermarket              | 83-98         | 105-115       |
| <i>Polypropylene (PP)</i>                    | Plastik Kantong Kemasan          | 135           | 250           |
| <i>Polystyrene (PS)</i>                      | Wadah Makanan                    | 95            | 102           |

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi spesies mangrove di Taman Nasional Sembilang menggunakan metode PCA dengan memanfaatkan data citra Landsat-8 yang diperoleh pada tanggal 9 September 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai PC berkorelasi dengan spesies mangrove dan dapat digunakan untuk identifikasi spesies mangrove. Hal ini ditunjukkan pada spesies *Bruguiera Gymnorhiza* dengan tutupan kanopi 60,8% dan 62,46% pada ST7 dan ST8 mempunyai nilai PC yang sama, sedangkan pada mangrove dengan tutupan kanopi 62,5% pada spesies berbeda mempunyai nilai PC berbeda. Selain itu, metode PCA dapat menunjukkan dua faktor penting dalam mengidentifikasi spesies

mangrove, yaitu faktor vegetasi dan tanah. Mangrove merupakan tumbuhan pesisir yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Adapun terdahulu yang dilakukan oleh Aldi Bayu Pamungkas , Atikha Sidhi Cahyana (2024) dengan judul “Peleburan Sampah Kantong Plastik Jenis HDPE dan PP dengan Limbah Minyak Pelumas Berdasarkan Fraksi Berat”. Tujuan penelitian untuk mengetahui hasil dari proses peleburan limbah plastik dengan minyak pelumas. Dalam perencanaan pembuatan spesimen yaitu dengan menentukan berat fraksi plastik masing masing spesimen 50%, 60%, 70%, 80% dan 90%. Spesimen dibedakan berdasarkan kategori jenis plastik menjadi spesimen 1, 2, 3 dan 4. Temperatur peleburan pada ruang bakar  $\geq 250^{\circ}\text{C}$ . Dari hasil peleburan spesimen jenis plastik HDPE dan PP dengan oli dapat disimpulkan. Bahwa pada spesimen 1 polimerisasi menemui titik leleh pada suhu pembakaran  $250^{\circ}\text{C}$ - $300^{\circ}\text{C}$ . Untuk spesimen 2 dikatakan tidak homogen dikarenakan suhu rata-rata kurang dari  $250^{\circ}\text{C}$  sehingga hasil polimerisasi yang terjadi tidak menyatu dengan baik. Spesimen 3 polimerisasi yang terjadi sangat mudah menyatu apabila temperatur peleburan lebih dari  $200^{\circ}\text{C}$  dan spesimen 4 temperatur peleburan sekitar  $220$ - $280^{\circ}\text{C}$  dapat dikatakan homogen. Dapat disimpulkan bahwa temperatur pada ruang pembakaran rendah akan mengakibatkan plastik tidak mencair secara merata sehingga proses penyatuan polimer tidak homogen. Hasil spesimen HDPE dan PP dinyatakan memiliki perbedaan titik leleh pada proses polimerisasi.

Adapun penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Titus Herdito, dkk (2021) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar High Speed Diesel (HSD)”. Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) berupa oli bekas menjadi bahan bakar high speed diesel (HSD). Pengujian ini nyata berguna untuk mengetahui keamanan bahan baku ketika melalui proses evaporasi. Dari sampel yang dilakukan pengujian didapatkan hasil limbah oli bekas menyala di titik  $109^{\circ}\text{C}$ , dimana nilai tersebut masuk dalam kriteria yang ditentukan yaitu minimum sebesar  $52^{\circ}\text{C}$ . Spesifikasi HSD oli bekas sangat sulit didapatkan jika harus memakai acuan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri ESDM No. 25 Tahun 2013, dikarenakan HSD yang diujikan untuk ketetapan tersebut adalah HSD yang murni langsung dari minyak mentah bukan dari oli bekas. Sulit disini artinya karena banyaknya

kandungan zat pengotor dalam oli bekas itu sendiri dan kandungan air yang tidak dapat dikontrol.