

# **SKRIPSI**

## **KOMBINASI *ULTRAFINE* RHA PENGGANTI SEMEN DAN AIR LAUT SEBAGAI BAHAN PENCAMPUR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN DURABILITAS MORTAR**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S1  
Pada Jurusan Teknik Sipil



Disusun Oleh :

**JUANSAH**

**D0121042**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
MAJENE  
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KOMBINASI ULTRAFINE RHA PENGGANTI SEMEN DAN AIR  
LAUT SEBAGAI BAHAN PENCAMPUR TERHADAP SIFAT  
MEKANIK DAN DURABILITAS MORTAR**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh**

**JUANSAH**

**D0121042**

**(Sarjana jurusan Teknik Sipil)**

**Universitas Sulawesi Barat**

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Tanggal 27 Maret 2025

**Mengetahui**

**Pembimbing 1**



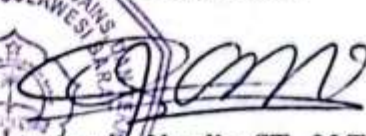
**Irma ridhayani, S.T., MT**  
NIP.198003142024212011

**Pembimbing 2**

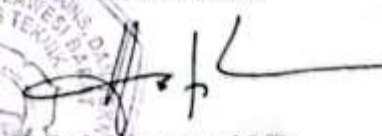


**Dr. Eng.Ir Dahlia Patah, S.T., M.Eng**  
NIP. 198608252015042001

**Ketua Jurusan**

  
**Amalia Nurdin, ST., M.T**  
NIP.198712122019032017

**Dekan Fakultas Teknik**

  
**Dr.Ir.Hafsah Nirwana, M.T.**  
NIP.196404051990032002

## ABSTRAK

### KOMBINASI *ULTRAFINE* RHA PENGGANTI SEMEN DAN AIR LAUT SEBAGAI BAHAN PENCAMPUR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN DURABILITAS MORTAR

JUANSAH

Teknik sipil, Fakultas Teknik

Univesitas Sulawesi Barat (2025)

[juansahjns@gmail.com](mailto:juansahjns@gmail.com)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kuat tekan dan porositas mortar dengan pengganti abu sekam padi *ultrafine rice husk ash* (URHA) terhadap kuat tekan dan porositas mortar normal. abu sekam padi yang di gunakan yaitu hasil pembakaran batu bata yang ada di Lingkungan Arjosari, Kecamatan Wono Mulyo, Kabupaten Polman.

Metode penelitian yang dilakukan adalah Dengan 3 variasi mix design dengan nama sampel N-ST, UA-ST dan UB-ST Persentase abu sekam padi yang digunakan 0%, 10% dan 20%. Jumlah seluruh kubus mortar 45 buah sampel dengan ukuran 5cm x 5cm x 5cm. dilakukan pengujian kuat tekan umur 7, 28 dan 56 hari dan pengujian porositas dilakukan umur 28, dan 56 hari. Kemudian nilai kuat tekan optimum yang di peroleh pengujian sampel UB-ST 20% umur 28 hari sebesar 27,39 Mpa, Dan nilai porositasnya sebesar 22,43. Sementara sampel N-ST 0% (Normal) memiliki kuat tekan rendah dan nilai porositasnya sangat tinggi. Sehingga dapat di simpulkan bahwa semakin banyak tambahan *ultrafine rice husk ash* (URHA) pada mortar umur 28 hari maka semakin rendah nilai porositasnya dan kuat tekannya tinggi.

**Kata kunci :** mortar, abu sekam padi *ultrafine rice hask ash* (RHA), air laut, pasir sungai.

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Semen merupakan salah satu jenis campuran yang akan aktif ketika terkena udara secara kimiawi. Beberapa jenis semen yang paling umum adalah semen portland. Semen merupakan bahan bangunan yang paling banyak digunakan dalam industri konstruksi dan menyumbang sekitar 8% emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) global (Patah & Dasar, 2023). Semen portland merupakan bahan bangunan yang biasanya digunakan untuk melakukan tugas-tugas tertentu, seperti membuat mortar.

Salah satu bahan yang memiliki peran penting dalam konstruksi adalah mortar. Mortar berfungsi sebagai kerangka pengikat untuk konstruksi struktur apa pun, baik yang memiliki karakteristik struktural maupun non-struktural. Mortar juga dibedakan dalam penggunaannya.

Di antara bahan-bahan yang digunakan dalam mortar adalah Air, agregat halus (pasir), dan perekat (semen). Salah satu cara untuk menilai kualitas mortar adalah Kuat tekan mortar dan porositas mengacu pada kemampuan mortar untuk menahan beban. Sejumlah faktor yang memengaruhi kuat tekan dan porositas mortar, termasuk air semen, kepadatan, jenis semen, jumlah semen, sifat agregat, dan umur mortar. Selain perbedaan kualitas mortar, kualitas mortar juga dapat diamati selama perawatan mortar (*curing*) (Adar Bakhsh Baloch, 2017). Salah satu bahan menarik untuk digunakan dalam mortar adalah abu sekam padi (ASP).

Abu sekam padi adalah limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu bata. Banyaknya Masyarakat yang membuat batu bata Di Daerah Wonomulyo Menyebabkan Limbah Abu Sekam Padi sangat banyak bertumpuk dan mencemari lingkungan. Abu sekam padi (RHA) telah digunakan dalam produksi beton, batu bata, paving blok, dengan kandungan pozzolan yang signifikan (Patah dkk., 2025).

Dari kondisi ini, maka harus dicari alternatif untuk menyelesaikan masalah ini, yaitu memanfaatkan limbah abu sekam padi untuk pembuatan mortar. Abu sekam padi dapat diaplikasikan sebagai pengganti semen dalam pembuatan mortar karena selain mudah didapatkan juga bisa memberikan nilai ekonomis terhadap abu sekam

padi dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Menurut penelitian sebelumnya, abu sekam padi memiliki konsentrasi silika (Si) dan alumina (Al) yang tinggi. Material ini dapat menggantikan semen yang ramah lingkungan.(Sipil dkk., n.d.)

Penelitian sebelumnya telah menggunakan air laut dan pasir laut dalam pencampuran beton(Teknologi dkk., 2015) namun pada penelitian ini tertarik membuat benda uji mortar dengan menggunakan air laut dan pasir Sungai. Selain penggunaan pasir sungai, penelitian ini juga menggunakan air laut yang menjadi pendekatan yang menarik, seperti pada penelitian (Dasar & Patah, 2024)” Dalam bidang teknik sipil, khususnya di negara-negara maju, muncul kekhawatiran yang semakin besar terkait tantangan di masa depan mengenai berkurangnya ketersediaan sumber daya air tawar untuk digunakan dalam produksi mortar. Mengingat semakin meningkatnya kelangkaan air secara global dan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh proses desalinasi, penggunaan air laut sebagai alternatif yang layak untuk menggantikan air tawar dalam pencampuran beton menjadi solusi yang menjanjikan (Dasar & Patah, 2024).

Pada umumnya banyak penelitian menggunakan pasir laut sebagai bahan pembuatan mortar, namun ketersediaan pasir laut juga terbatas pada daerah khususnya daerah Pengunungan. sehingga peneliti ini juga mencoba menggunakan pasir Sungai. Dampak penggunaan air laut terutama didaerah yang memiliki pasokan air tawar terbatas, sedangkan air laut tersedia secara melimpah disebagian besar wilayah yang berbatasan dengan laut, dengan menggunakan air laut kita dapat mengurangi ketergantungan pada sumber air tawar yang terbatas (Ridhayani dkk., 2024)

Penggunaan air laut dalam mortar dapat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan material. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan, dan porositas mortar dengan menggunakan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen dan air laut sebagai pencampurnya. Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “**kombinasi ultrafine RHA sebagai pengganti semen**

**dan air laut sebagai bahan pencampur terhadap sifat mekanik dan durabilitas mortar”**

### **1.2. Rumusan Masalah**

Dengan beberapa bahan utama seperti agregat halus pasir Sungai semen, air laut serta *ultrafine* (RHA) dalam pembuatan mortar maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil uji kuat tekan mortar pada variasi 0%, 10%, dan 20%, pada umur 7, 28 dan 56 hari terhadap penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti semen?
2. Bagaimana hasil uji porositas mortar pada variasi 0%, 10%, dan 20% pada umur 28 dan 56 hari terhadap penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti semen?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka diperoleh tujuan penelitian berikut:

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan mortar pada variasi 0%, 10%, dan 20%, pada umur 7, 28 dan 56 hari terhadap penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti semen dan air laut sebagai pencampurnya.
2. Untuk mengetahui nilai porositas mortar pada variasi 0%, 10%, dan 20% pada umur 28 dan 56 hari terhadap penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti semen dan air laut sebagai pencampurnya ?

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini sangat diperlukan untuk mempermudah arah dan pembagian masalah dalam penelitian ini, yang mana dalam penelitian ini mempunyai Batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di laboratorium terpadu universitas Sulawesi barat.
2. Semen yang digunakan adalah semen Portland Composit (PCC).

3. Bahan pengganti semen yang digunakan adalah abu sekam padi (ASP) yang lolos saringan nomor 300 (*ultrafine*), dengan persentase pengganti 10%, dan 20% yang diambil di daerah Wonomulyo.
4. Agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari sungai daerah Mapilli, Kecamatan Mapilli Kabupaten Polewali Mandar. Agregat halus yang digunakan lolos saringan nomor 4.
5. Pencampuran menggunakan air laut. Di ambil dari Pantai Labuang Kecamatan Banggai Timur Kabupaten Majene.
6. Perawatan menggunakan air tawar yang diambil dari sumur bor di Laboratorium Terpadu Universitas Sulawesi Barat.
7. Pasir di cuci terlebih dahulu untuk mengurangi kadar lumpurnya.
8. Factor air semen di gubakan 50%
9. Benda uji cetakan kubus berukuran 5cm x 5cm x 5cm
10. Uji kuat tekan umur 7, 28 dan 56 hari.( SNI 03-6825-2002).
11. Uji porositas dilakukan umur 28 dan 56 hari(ASTM C 642-97)

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas mortar dan memberikan solusi terhadap bahan pemanfaatan air laut dan bahan tambah *Rice Husk Ash* (RHA) yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1. Dapat Memberikan masukan terhadap mutu atau pengaruh kuat tekan beton dengan menambahkan abu sekam padi *ultrafine* pada pembuatan mortar.
2. Dapat Memberikan sebuah nilai tambah terhadap penggunaan abu sekam padi(*ultrafine*) dimana selama ini merupakan limbah yang sangat minim.
3. Dapat membantu mengurangi penggunaan terhadap sumber daya air tawar khususnya daerah pesisir.
4. Dapat menunjukan bahwa mortar yang menggunakan abu sekam padi (*ultrafine*) dan air laut memiliki kekuatan yang bisa memadai.
5. Dapat menjadi bahan referensi bagi penelitian selanjutnya khususnya dibidang keteknik sipil.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Hasil penelitian ini tentu dan jelas tidak lepas dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, Dimana dalam mendukung penulisan penelitian ini, penulis membaca dari beberapa tulisan yang telah ada di artikel sebelumnya untuk dijadikan sebuah referensi. Berikut beberapa penelitian terkait penelitian yang akan dilakukan yaitu :

- a. Siregar dkk., (2020)meneliti tentang “pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap sifat fisis dan mekanis pada mortar”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Dengan hasil pengujian yang paling optimum pada penelitian ini adalah sampel B dengan komposisi 13 : 2 : 5, ditinjau dari sifat fisis dan mekanis. Unsur si dan Ca pada sampel mortar merupakan faktor yang mempengaruhi pengujian sifat fisis (daya serap, kerapatan) dan mekanis (kuat tekan, kuat Tarik belah dan kuat lentur) pada mortar.
- b. Pascasari dkk.,(2021)meneliti tentang “pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan mortar’’. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Hasil nilai uji kuat tekan mortar tertinggi diperoleh pada variasi 9% dengan nilai kuat tekan sebesar 13,24 Mpa, dengan peningkatan persentase sebesar 10,15% dari mortar normal, nilai kuat tekan mortar terendah terdapat pada variasi 6% dengan nilai kuat tekan sebesar 11,22 Mpa, dengan penurunan persentase sebesar 6,66% dari mortar normal, penggunaan abu sekam padi dengan rentang 9-12% dapat menghasilkan kuat tekan lebih besar dari mortar normal
- c. Teknologi dkk (2015) “ Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Pada Mutu Beton K-22” Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa dari hasil uji kuat tekan beton yang menggunakan pasir sungai dengan

perlakuan (BPST) mengalami peningkatan 45,85 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 22,35 % dari beton yang menggunakan pasir sungai dalam kondisi sebenarnya (BPS). Sedangkan pada kuat tekan beton menggunakan pasir laut dengan perlakuan (BPLT) mengalami peningkatan sebesar 6,25 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 2,23 % dari beton yang menggunakan pasir laut dalam kondisi sebenarnya (BPL). Kuat lentur beton yang menggunakan pasir sungai dengan perlakuan (BPST) mengalami peningkatan sebesar 6,8 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 16,67 % dari pasir sungai dalam kondisi sebenarnya (BPS), kuat lentur yang menggunakan pasir laut dengan perlakuan (BPLT) mengalami peningkatan besar.

- d. Penelitian dkk (2015) Meneliti tentang “Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan” Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan abu sekam padi dalam pembuatan beton busa ringan. Persentase kadar abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis, kuat tekan dan kuat lentur. Berat jenis yang dihasilkan oleh beton busa ringan sebesar 700 kg/m<sup>3</sup>. Kuat tekan terbesar didapat pada kadar abu sekam padi sebesar 15% dan 20% yaitu 1.45 MPa. Beton busa ringan tanpa menggunakan abu sekam padi menghasilkan kuat lentur terbesar yaitu sebesar 0.76 MPa.

Adapun persamaan dari penelitian diatas dan penelitian penulis yaitu sama-sama menggunakan bahan tambah dari abu sekam padi terhadap sifat mekanik.

- e. Ridhayani dkk (2024) meneliti tentang “Mortar Abu Sekam Padi dan Air Laut: Alternatif Material untuk Lingkungan Pesisir” Penelitian menganalisis nilai uji kuat tekan dan resistivitas listrik pada benda uji dengan variasi penambahan abu sekam padi 10%, 20 %, hingga 30% terhadap berat semen dan pencampuran air laut pada umur uji 28 dan 91 hari. Adapun persamaan dari penelitian diatas dan penelitian penulis yaitu sama-sama menggunakan bahan tambah dari abu sekam padi dengan ukuran 10%, 20 %, hingga 30%.

## **2.2. Mortar**

### **2.2.1. Definisi Mortar**

Pengertian mortar menurut SNI-03-6825-2002 adalah campuran antara pasir, air dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh jumlah semen dalam campuran, FAS dan perbandingan volume semen dan pasir, adapun macam mortar yaitu :

- a. Mortar lumpur (mud mortar), yaitu mortar dengan bahan perekat tanah.
- b. Mortar lumpur, yaitu mortar dengan bahan perekat kapur.
- c. Mortar semen, yaitu mortar dengan bahan perekat semen.

Mortar yang harus dicampur dengan jumlah air yang sesuai agar mendapatkan kualitas yang baik untuk mempermudah pekerjaan(Tenaga dkk., 2010).Kualitas dan mutu mortar ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambah, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik dan proses pembuatan yang baik akan menghasilkan mortar yang berkualitas baik pula. Bahan penyusun mortar meliputi semen Portland, pasir, air laut dan bahan tambah (URHA), Dimana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Menurut Tjokrodinuljo(1996:126) bahwa mempunyai sifat-sifat sebagai berikut(Dwi Poetra, 2019):

- a. Murah
- b. Tahan lama
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang dan diratakan)
- d. Melekat dengan baik dengan batu bata dan sebagainya
- e. Cepat kering dan mengeras
- f. Tahan terhadap rembesan air
- g. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang

### **2.2.2. Kelebihan dan kekurangan Mortar**

Adapun beberapa kelebihan dan kekurangan mortar adalah sebagai berikut:

### 1. Kelebihan Mortar

- a. Kelebihan mortar mudah diangkut dan dicetak dalam bentuk yang diinginkan.
- b. Kuat tekan mortar jika dikombinasikan dengan baja akan mampu untuk memikul beban yang berat.
- c. Dalam pelaksanaan tertentu dapat disemprotkan atau dipompakan ke tempat tertentu.
- d. Tahan lama, tidak busuk dan tidak lapuk

### 2. Kekurangan Mortar

- a. Untuk mendapatkan mortar dengan kuat tekan yang tinggi perlu dilakukan campuran dengan komposisi yang benar antara semen, pasir dan air.
- b. Untuk daerah-daerah tertentu perlu ketelitian dalam membuat komposisi campuran serta perlu ditambahkan bahan tambahan adiktif.
- c. Kuat Tarik rendah sehingga perlu ditambahkan baja tulangan, Misalnya untuk pondasi pancang.

#### 2.2.3. Jenis – jenis Mortar

Berdasarkan jenis mortar sebagai bahan ikatan dapat di bagi menjadi beberapa jenis .Tjokrodimulyo (1996:125) membagi mortar menjadi empat jenis,yaitu :

1. Mortar lumpur
2. Mortar kapur
3. Mortar semen
4. Mortar khusus

#### 2.2.4. Material Penyusun Mortar

##### 1. Semen Portland

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dan bahan tambahan berupa gypsum

Semen hidraulis, adalah semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air(Sedrian Putra dkk., 2022)

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan – bahan material lain seperti batu bata dan batu koral hingga bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan dalam pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat(Ii & Pustaka, 2013)

Fungsi utama semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya mengisi 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah(Iii & Teori, 2016)

a. Adapun beberapa tipe semen

Adapun Menurut ASTM C150 Semen Portland dapat dibagi menjadi lima tipe, yaitu:

- 1) Tipe I: Ordinary Portland cement (OPC). Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).
- 2) Tipe II: Moderator sulphate cement, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.
- 3) Tipe III: High Early strength cement, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras ).
- 4) Tipe IV: Low heat of hydration cement, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.
- 5) Tipe V: high sulphate resistance cement, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

b. Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan berat jenis semen ini berdasarkan ASTM C-188 Dimana berat jenis yang disyaratkan oleh ASTM-C-188 adalah 3,15 dan kemurnian semen yang disyaratkan ialah 3,0 – 3,2. Namun pada kenyataan, berat jenis semen yang diproduksi berkisar antar 3,05 sampai 3,25. Arasi ini akan mempengaruhi pada proporsi campuran semen dalam campuran dan apabila pada percobaan tidak diperoleh hasil demikian maka pembakarannya tidak akan sempurna. Pengujian berat jenis dapat dilakukan dengan menggunakan Le Chateriel flaks menurut ASTM C-188 dengan prosedur sebagai berikut(Inor- & Statements, 2023):

1. Isi botol Le Chaletariel dengan minyak tanah dengan skala botol antara 0-1.
2. Masukkan botol ke Le chateriel yang berisi minyak tanah kedalam wadah yang terlebih dahulu telah diisi air, dan memasukkan pula termometer sebagai pengukur suhu.
3. Tambahkan es batu kedalam wadah tersebut, sehingga suhu air mencapai suhu 4°C.
4. Pada saat suhu air dengan suhu cairan dalam botol Le Chateriel maka selanjutnya baca skala pada botol sebagai pembacaan nilai (V1).
5. Saring semen Portland dengan menggunakan saringan No.40 kemudian menimbang sebanyak 64 gram.
6. Keluarkan botol dari wadah dan memasukkan semen Portland sedikit demi sedikit ke dalam botol yang berisi minyak tanah dengan menggunakan corong kaca dengan menjaga agar semen tidak menempel pada dinding atas bagian dalam botol Le Chateriel.
7. Masukkan Kembali botol Le Chateriel yang berisi minyak tanah dan semen kedalam wadah dengan tetap menjaga agar suhu air mencapai 4°C.
8. Pada suhu air yang sama dengan suhu cairan dalam botol le chateriel, skala pada botol dibaca sebagai nilai (V2).

9. Untuk mencari nilai berat jenis semen digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis} = \frac{W}{V_1 - V_2} \times y_{\text{air}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

- W = berat benda uji semen Portland  
V<sub>1</sub> = pembacaan pada botol *Le chatelier* yang berisi minyak tanah dan semen pada suhu 4°C  
V<sub>2</sub> = pembacaan pada botol *Le chatelier* yang berisi minyak tanah dan semen pada suhu 4°C  
y<sub>air</sub> = berat isi air pada suhu 4°C

## 2. Agregat Halus

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (Setiyaningsih, 2013), agregat halus merupakan hasil disintegrasi alami dari batuan alami atau pasir yang dihasilkan dari alat pemecah batu (stone crusher). Pasir sebagai bahan pengisi beton yang diaduk dengan semen dan air hingga membentuk adukan yang padat. Besar butiran pasir yaitu antara 0,15mm sampai dengan 5mm (Beton, 2023).

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butir kurang dari 5 mm atau lolos saringan no. 30 dan tertahan pada saringan no. 40. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (stone crusher). Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka berulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik.

Adapun spesifikasi tersebut adalah :

- a. Agregat halus yang digunakan harus mempunyai gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan mortar yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan.

- b. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikro (ayakan no. 300), tidak boleh melebihi 5% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
- c. Kadar air tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering)
- d. Agregat halus bebas dari pengotoran zat organik yang akan merugikan beton, atau kadar organik jika diuji dilaboratorium tidak menghasilkan warna yang lebih tua dari standart percobaan abrams Harder dengan batas standarnya pada acuan no. 3.
- e. Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lebab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, jika boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaian yang berlebihan di dalam mortar atau beton dengan semen kadar alkalinya tidak lebih dari 0.60% atau dengan penambahan yang bahannya dapat mencegah pemuaian.
- f. Sifat kekal (keawetan) diuji dengan larutan garam sulfat :
  - 1) Jika dipakai Natrium-sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
  - 2) Jika dipakai magnesium-sulfat, bagian yang hancur maksimum 15%

**Tabel 2.1** Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus

| Diameter Saringan<br>(mm) | Persen lolos<br>(%) | Gradasi ideal<br>(%) |
|---------------------------|---------------------|----------------------|
| 9,5                       | 100                 | 100                  |
| 4,75                      | 95-100              | 95,5                 |
| 2,36                      | 80-100              | 90                   |
| 1,18                      | 50-60               | 67,5                 |
| 600                       | 25-60               | 42,5                 |
| 300                       | 5-30                | 17,5                 |
| 150                       | 0-10                | 5                    |

(Sumber : ASTM C33/3)

### 3. Air laut.

Mengandung 3,5% garam-garaman. Kandungan garam utama terdiri dari klorida, natrium, sulfat, magnesium, kalsium, potasium dan sisanya merupakan

bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida (Hidayat, 2011). Kandungan klorida (Cl) merupakan kandungan tertinggi pada air laut berupa garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain, termasuk beton (Agus, 2022). Berdasarkan ASTM (2013), untuk penggunaan air laut sebagai air pencampur harus dihindari untuk digunakan dalam struktur beton bertulang karena risiko korosi awal tulangan yang disebabkan oleh klorida dalam senyawa air laut. Namun, dalam kasus situasi yang tidak dapat dihindari, air laut sebagai air pencampur dianjurkan hanya untuk beton polos. (Patah, Dasar, Nurdin, dkk., 2022)

#### 4. Abu sekam padi / *Rice husk ash* (RHA)

Sekam padi merupakan limbah organik dan merupakan produk samping dari proses penggilingan padi yang berupa penumpukan kulit gabah dengan jumlah yang cukup banyak. Limbah sekam padi dibiarkan begitu saja dan mengalami proses penghancuran secara alami. Sehingga menjadi limbah yang tidak dimanfaatkan. Sekam padi pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar di industri pembuatan bata, ketersediaan sekam padi dan sifat pozzolan menunjukkan perlunya evaluasi menyeluruh terhadap substitusi parsial (Patah & Dasar, 2023). Abu sekam padi memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yakni sekitar 87-97%. Jika abu sekam padi dibakar pada suhu yang terkontrol, dihasilkan sisa pembakaran yang mempunyai sifat pozzolan yang tinggi dikarenakan mengandung silika. Semua komponen pada pembakaran sekam padi diubah menjadi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) serta abu yang merupakan komponen organik. Saat ini, sekam padi masih belum maksimal dalam penggunaannya. Pada pemanfaatannya, sekam padi dibakar atau dikembalikan di tanah sebesar 36-62% dan hanya 7-16% yang digunakan oleh industri. Salah satu pemanfaatan sekam padi dapat digunakan untuk serat penguat dalam material komposit yang berasal dari alam (Ferdiansyah dkk., 2023)

Potensi penggunaan abu sekam padi (*Rice husk ash*) sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran mortar yang menggunakan air laut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sifat mekanis dan ketahanan mortar terhadap lingkungan agresif pesisir, yang meliputi paparan air asin dan korosi. Abu sekam padi dipilih karena ketersediaannya yang melimpah dan sifatnya sebagai limbah pertanian yang dapat digunakan Kembali(Ridhayani dkk., 2024).

Abu sekam padi merupakan suatu material limbah yang berasal dari pengolahan padi menjadi beras pada pabrik penggilingan padi. Kandungan silika yang terkandung dalam abu sekam padi sekitar 80-90%. Hal ini menunjukkan bahwa abu sekam padi merupakan bahan pozzolan yang berpotensi sebagai SCMs (Supplementary Cementitious Materials).(Komposisi dkk., 2019)

#### **2.2.5. Sifat-Sifat Mortar**

Menurut pendapat Tjokrodinuljo(1996:126) Mortar dapat digunakan dalam tugas-tugas tersebut karena memiliki beberapa sifat yang berguna. Mortar yang baik harus memiliki sifat-sifat berikut(Dian Yunita Simanullang, 2014)

1. Murah.
2. Tahan lama.
3. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang dan diratakan).
4. Melekat dengan baik dengan bata, batu dan sebagainya.
5. Cepat kering dan mengeras.
6. Tahan terhadap rembesan air.
7. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

Berdasarkan sifat-sifatnya tersebut, mortar mempunyai daya tahan yang lama sehingga dapat dipakai dalam berbagai macam pekerjaan, seperti sebagai bahan pemisah satu bata dengan bata yang lain dan juga sebagai bahan penutup beban.

#### **2.3. Perawatan *curing* benda uji**

Dengan metode water curing (perendaman) untuk mencapai sifat pengerasan yang baik agar tidak kehilangan kelembaban, dan karena itu meningkatkan hidrasi semen(Patah, Dasar, & Indrayani, 2022). Perawatan (*curing*) benda uji adalah perawatan dengan cara perendaman pada seluruh permukaan mortar selama umur yang diinginkan, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan untuk mengetahui nilai kuat

tekan mortar berdasarkan perbedaan umur perawatannya.(Dian Yunita Simanullang, 2014)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi mutu Mortar tertentu, dan salah satunya adalah *curing* atau perawatan. Ada sejumlah teknik perawatan yang dapat digunakan, termasuk pembasahan (*water curing*), penguapan (*steam*), menggunakan membran (*membrane curing*), sinar inframerah, *hydrothermal*, dan beton berlapis menggunakan kimia cairan khusus (*curing chemical*). Saat proses pengerasan berlangsung, suhu beton akan meningkat dan mencair karena reaksi kimia senyawa terhadap komponen campuran beton. Pelepasan panas ini membantu mempercepat pengerasan. Namun, setelah pengerasan terjadi, bagian yang telah dikeraskan memiliki sifat lambat yang mengelilingi panas, memungkinkan terjadinya retakan pada beton. Karena ada rongga dari retakan, itu dapat digunakan untuk menjalankan kuat tekan beton, membuatnya kurang rapuh. Ketika proses pengerasan ini terjadi, perlu untuk melakukan perawatan pada beton untuk melindunginya dari kehilangan udara yang berlebihan dan cepat yang disebabkan oleh suhu dan keretakan pada beton sehingga jumlah beton yang diinginkan dapat tercapai.(Fernando dkk., 2023)

#### 2.4. Kuat Tekan(SNI 03-6825-2002)

Kuat tekan mortar menurut (Nasional, 2000) adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji mortar hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan mortar ditentukan oleh perbandingan semen, agregat, air dan berbagai campuran lainnya. Perbandingan air terhadap semen merupakan factor utama dalam menentukan kuat tekan mortar. Adapun rumus yang di gunakan menurut penelitian (Ridhayani dkk., 2024).

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

$f_c$  = Kuat tekan mortar dengan benda uji (Mpa)

P = Gaya tekan aksial (Newton, N)

A = Luas penampang melintang benda uji (mm<sup>2</sup> )

Dalam penelitian ini, kuat tekan mortar diwakili oleh tegangan tekan maksimum  $f'_c$  dengan satuan N/mm<sup>2</sup> atau Mpa (Mega pascal).

Besarnya kuat tekan mortar dipengaruhi oleh beberapa factor, antara lain:

1. Jenis semen dan kualitasnya mempengaruhi kuat tekan rata-rata dan kuat batas mortar.
2. Jenis dan tekstur bidang permukaan agregat.
3. Perawatan mortar harus diperhatikan sebab kehilangan kekuatan akibat pengeringan sebelum waktunya adalah sekitar 40%.
4. Suhu mempengaruhi kecepatan pengerasan.

## **2.5. Porositas(ASTM C 642-97)**

Porositas mortar merupakan suatu perbandingan volume void (pori) terhadap volume total mortar. Porositas juga disebut tingkat kepadatan pada konstruksi mortar. Tingginya tingkat kepadatan mortar berpengaruh terhadap besar kuat tekannya. Semakin besar nilai porositas maka kuat tekan mortarnya kecil. Persentase dari porositas mortar berpori sekitar 30%,tingginya nilai persentase mengindikasikan mortar memiliki ruang kosong yang cukup dengan adanya atau tidak digunakan agregat halus pada campurannya. Untuk pengujian porositas dihitung dengan persamaan (2.3). Berdasarkan ASTM C 642-97 dirumuskan untuk mencari data uji porositas sebagai berikut:

$$\text{Porositas} = \frac{B-A}{A} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

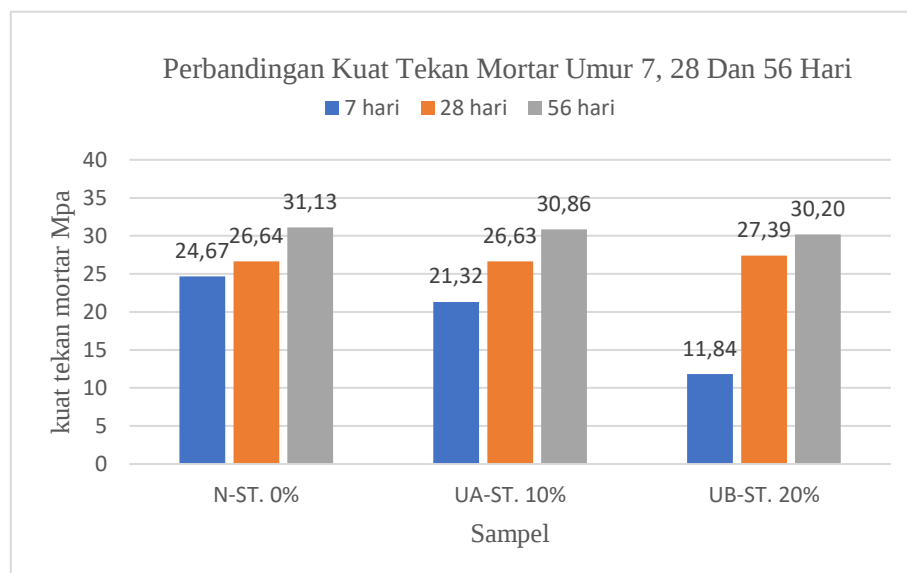
B = Berat Sampel SSD (gram)

A = Berat sampel kering oven (gram).

hari dengan kuat tekan sebesar 31,13 Mpa, sedangkan mortar kuat tekan terendah yang menggunakan abu sekam padi di varian UB-ST 20% abu sekam padi dengan kekuatan tekan 30,86 Mpa. Hal ini disebabkan pembuatan sampel dilakukan dengan tangan menggunakan tenaga manusia sehingga memberikan hasil yang tidak terlalu signifikan. dan juga dapat disebabkan terjadinya perawatan mortar terlalu lama atau melebihi umur 28 hari sehingga terjadi penurunan kuat tekan pada saat umur 56 hari menggunakan tambahan *ultrafine rice husk ash* (URHA).

#### 4.1.4. Perbandingan kuat tekan mortar

Berikut adalah uji kuat tekan mortar dengan umur 7, 28 dan 56 hari. adapun yang dapat kita ketahui perbandingan kuat tekan mortar sebagai berikut:



**Gambar 4.4.** Perbandingan kuat tekan mortar

Berdasarkan pada gambar 4.4 pada umur 7, 28 dan 56 hari untuk sampel tambahan *ultrafine rice husk ash* (URHA) 0%, 10% dan 20%. Pada sampel N-ST 0%, umur 7 hari kuat tekan sebesar 24,67 Mpa, kenaikan berturut-turut UA-ST 0% Umur 7 hari mengalami Peningkatan sebesar 26,64 Mpa, dan sampel UB-ST 0% umur 7 hari mengalami lagi peningkatan sebesar 31,13 Mpa.

Pada sampel N-ST 10%, umur 28 hari kuat tekan sebesar 21,32 Mpa, sedangkan sampel UA-ST 10% Umur 28 hari mengalami Peningkatan sebesar

## DAFTAR PUSTAKA

- adar BakhshBaloch, Q. (2017). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 11*(1), 92–105.
- Agus, I. (2022). Pemanfaatan Air Laut Pada Beton Ditinjau Terhadap Nilai Kuat Tekan. *XI*(2), 63–67. <https://doi.org/10.55340/jmi.v11i2.1004>
- American Society for Testing and Materials [ASTM], C33/03, Pengujian Berat Jenis dengan Menggunakan Le Chaterial Flaks, ASTM.
- ASTM C 33: Standar spesifikasi agregat untuk beton
- ASTM C 642-90 Standar test method for density,absorptio, and voids in hardener concrete.
- ASTM C 642-97. "Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete",PA 19428-2959, United States.
- Badan Standardisasi Nasional. (1974). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. <https://www.academia.edu/download/57886647/SNI-1974-2011-.pdf>
- Beton, T. (2023). 1 r ~ T.
- Bu, Y., Spragg, R., & Weiss, W. J. (2014). Comparison of the pore volume in concrete as determined using ASTM C642 and vacuum saturation. *Advances in Civil Engineering Materials*, 3(1), 308-315.
- Dasar, A., & Patah, D. (2024). Pengaruh Air Laut pada Kualitas Paving Block untuk Aplikasi. 8(3), 253–266.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. SK SNI M-14-1989-F (Metode Pengujian Kuat Tekan). LPMB, DPU, Bandung.
- Dian Yunita Simanullang. (2014). Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai dan Pair Apung dengan Bahan Tambah Fly Ash dan Conplast dengan Perawatan (Curing). *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya*, 2(4), 621–631.
- Dwi Poetra, R. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía ecuatoriana y turismo local.*, 1(69), 5–24.
- Ferdiansyah, Premesti, A. S. A., Fathichin, A. R., Ariani, B. M. G., Fahmi, A. H., &

- Mirzayanti, Y. W. (2023). Review Studi: Analisa Pemanfaatan Limbah Sekam Padi sebagai Bahan Material Maju. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III), Senastitan Iii, 1–7.
- Fernando, V., Hunggurami, E., & Sir, T. M. W. (2023). Pengaruh Perawatan Beton(Curing)Menggunakan Water Curing dan Membrane Curing Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 137–144. <https://www.sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/551>
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2013). Pengaruh Penambahan Pozzolan..., Wahid Putra Prasetyadi, Fakultas Teknik Dan Sains UMP, 2018. 5–19.
- Iii, B. A. B., & Teori, L. (2016). No Title. 8–37.
- Inor-, O., & Statements, B. (2023). Designation: C188 – 17 (Reapproved 2023) Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement 1. 17(Reapproved), 1–2. [www.astm.org](http://www.astm.org),
- Issa, M. A. (2014). Effect of Portland Cement (current ASTM C150/AASHTO M85) with Limestone and Process Addition (ASTM C465/AASHTO M327) on the Performance of Concrete for Pavement and Bridge Decks. ICT Series No. 14-005.
- Komposisi, P., Sekam, A. B. U., Terhadap, P., Dan, T., Terhadap, K., Sebagai, A., Nasional, B. S. (2000). Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Sni, 3, 2834.
- Nasional, B. S. (2002). SNI 03-6825-2002: Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil.
- Nasional, B. S. (2004). SNI 15-2049-2004: Semen Portland. Jakarta: BSN.
- Pascasari, A., Wahyuni, A. S., Islam, M., Gunawan, A., & Afrizal, Y. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Pada Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Inersia*, 13(2), 84–88.
- Patah, D., Dasar, A., Nurdin, A., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Barat, U. S. (2022). *Durabilitas Baja Tulangan pada Beton Menggunakan Material Batu Gamping , Pasir Laut dan Air Laut dalam Campuran Beton*. 28(1), 109–117.

- Patah, D., & Dasar, A. (2023). The Impact of using Rice Husks Ash, Seawater and Sea Sand on Corrosion of Reinforcing Bars in Concrete. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 9(September), 251–262. <https://doi.org/10.22146/jcef.6016>
- Patah, D., Dasar, A., & Indrayani, P. (2022). Pengaruh Perbedaan Metode Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton. *BANDAR: Journal of Civil Engineering*, 4(1), 1–9.
- Patah, D., Dasar, A., & Noor, N. (2025). The Effects of Palm Oil Fuel Ash on Mechanical and Durability Properties of Sustainable Foamed Concrete. 11(January), 79–88. <https://doi.org/10.22146/jcef.13749>
- Penelitian, P., Lipi, B., Raya, J., Km, B., & Bogor, C. (2015). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan. 139–144. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.4>
- Pratikto. 2009. *Diktat Konstruksi Beton 1*. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Ridhayani, I., Nurdin, A., Rohani, I., Manaf, A., & Fauzi, A. (2024). Mortar Abu Sekam Padi dan Air Laut : Alternatif Material untuk Lingkungan Pesisir. 6(2), 99–105.
- Rifajli, M. U. H. (2024). PROPOSAL SKRIPSI EVALUASI KEKUATAN BETON MENGGUNAKAN AIR LAUT DAN ULTRAFINE PAML OIL FUEL ASH ( UPOFA ) Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana teknik ( ST ) pada Program Strata Satu ( S1 ) Program Study Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sulawesi Barat Disusun Oleh : UNIVERSITAS SULAWESI BARAT MAJENE 2024.
- Sedrian Putra, R., Suryanita, R., & Maizir, H. (2022). Sedrian Putra, R., Suryanita, R., & Maizir, H. (2022). Analisis Kuat Tekan Dan Workability Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete Dengan Bahan Tambah Substitusi Semen. *Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, 2(01), 34–46. <https://doi.org/10.35583/jice.v2i01.13>
- Setiyaningsih, S. I. (2013). Perhitungan Struktur Beton dan Perbandingan Perhitungan Biaya Menurut SNI DT 91-00008-2007 dan SK SNI T-15-

- 1991-03 (Studi Kasus Gedung Bina Marga Dan Cipta Karya Kabupaten Aceh Besar). *Anterior Jurnal*, 12(2), 23–33.  
<https://doi.org/10.33084/anterior.v12i2.303>
- Sipil, J. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (n.d.). ANALISIS KUAT TEKAN DAN POROSITAS MORTAR GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI FLY ASH PADA MOLARITAS 8 Devi Maria Simanjuntak Arie Wardhono. 1–10.
- Siregar, A. M., Marjunus, R., & Sembiring, S. (2020). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Mortar. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 8(1), 111–118. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v8i1.2309>
- SNI 03-6825-2002: Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil.
- SNI 2493-2011: tatacara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. *Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III)*, *Senastitan Iii*, 1–7.
- Teknologi, J. D., Fuad, I. S., Asmawi, B., Laut, P., & Beton, K. T. (2015). PENGARUH PENGGUNAAN PASIR SUNGAI DENGAN PASIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR PADA MUTU BETON K-225 PENDAHULUAN Latar Belakang Indonesia sebagai negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80 . 000 km atau dua kali keliling bumi m. 3(1), 31–39.
- Tenaga, M., Dan, K., Republik, T., Tenaga, K., Dan, K., & Fungsi, D. A. N. (2010). Republik Indonesia Republik Indonesia. 2013(021), 1–266