

SKRIPSI

MORTAR BERBAHAN TAMBAH LIMBAH ORGANIK
TULANG IKAN TUNA MADIDIHANG (THUNNUS
ALBACARES)

Disusun dan diajukan oleh:

PRINCENSSIA SURYANI MATANDUNG
D051181520



PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023

SKRIPSI

**MORTAR BERBAHAN TAMBAH LIMBAH ORGANIK
TULANG IKAN TUNA MADIDIHANG (THUNNUS
ALBACARES)**

Disusun dan diajukan oleh:

**PRINCENSSIA SURYANI MATANDUNG
D051181520**



**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Mortar Berbahan Tambah Limbah Organik Tulang Ikan Tuna Madidihang (*Thunnus Albacares*)”

Disusun dan diajukan oleh

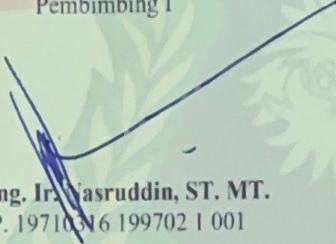
Princensia Suryani Matandung
D051181520

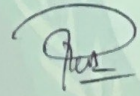
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 10 Februari 2023

Menyetujui

Pembimbing I

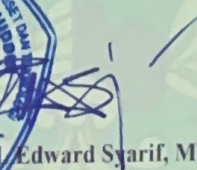
Pembimbing II


Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST. MT.
NIP. 19710316 199702 1 001


Pratiwi Mushar, ST., MT
NIP. 19860119 201404 2 001

Mengetahui
Program Studi Arsitektur




H. Edward Syarif, MT.
NIP. 19690612 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Princenssia Suryani Matandung
NIM : D051181520
Program Studi : Arsitektur
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Mortar Berbahan Tambah Limbah Organik Tulang Ikan Tuna Madidihang
(Thunnus Albacares)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.


Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 10 Februari 2023

Yang Menyatakan



Princenssia Suryani Matandung

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
KATA PENGANTAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
1.7 Keaslian Penelitian.....	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pengertian Mortar	8
2.2 Sifat – Sifat Mortar	9
2.3 Spesifikasi Mortar	10
2.4 Material Penyusun Mortar	14
2.5 Kuat tekan mortar.....	23
2.6 <i>Setting Time</i>	24
2.7 Tulang Ikan Tuna	25
2.8 Faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar	28
2.9 Faktor Air Semen	28
2.10 Uji Workability Mortar Dan Beton	29
2.11 Perawatan mortar (<i>Curing</i>)	30
2.12 Penelitian Terdahulu Yang Relevan.....	31
2.13 Kerangka Pikir	37
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	38
3.1 Jenis Penelitian.....	38
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian	38
3.3 Variabel Penelitian	39
3.4 Persiapan Alat Dan Bahan Penelitian	41
3.5 Tahap Pengolahan Bahan Tambah Berupa Bubuk Tulang Ikan Tuna (BUTINA).....	45
3.6 Tahapan Dan Prosedur	46
3.7 Teknik Analisis Data.....	58
3.8 Diagram Alur Penelitian	59
BAB 4	60
4.1 Uji Karakteristik Material Penyusun Mortar.....	60
4.2 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat	66
4.3 Perhitungan Mix Design Campuran Mortar.....	66

4.4 Pembuatan Benda Uji.....	69
4.5 Hasil Pengujian Benda Uji	73
4.6 Pola Retak Mortar	90
4.7 Pengujian <i>Setting Time</i>	91
BAB 5	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Semen Portland	14
Gambar 2 Agregat Halus.....	19
Gambar 3 Alat Ukur Vicat	25
Gambar 4 Limbah Tulang Ikan Tuna.....	26
Gambar 5 Mould	41
Gambar 6 Oven	41
Gambar 7 Timbangan Digital	42
Gambar 8 Mesin UTM (Universal Testing Machine).....	42
Gambar 9 Molen	43
Gambar 10 Alat Vicat	43
Gambar 11 Semen Portland Tipe 1 Merek Bosowa.....	44
Gambar 12 Agregat Halus (Pasir).....	44
Gambar 13 Bubuk Tulang Ikan Tuna.....	44
Gambar 14. Air.....	45
Gambar 15 Tahapan Pengelolaan Tulang Ikan Menjadi Bubuk	46
Gambar 16 Pengujian workability Mortar	55
Gambar 17 Alur Penelitian.....	59
Gambar 18 Persiapan Material Dasar Penyusun Mortar.....	69
Gambar 19 Persiapan Bahan Tambah BUTINA	69
Gambar 20 Membasahi Molen.....	70
Gambar 21 Memasukkan Material Ke Dalam Molen	70
Gambar 22 Pengecekan Konsistensi Campuran	70
Gambar 23 Mencampur Semua Material Hingga Tercampur Merata	71
Gambar 24 Penimbangan Mortar Segar Per-Variasi.....	71
Gambar 25 Proses Pencampuran Mortar Segar Dengan Bahan Tambah BUTINA Menggunakan Hand Mixer	71
Gambar 26 Proses Pengujian Workability Mortar Segar.....	72
Gambar 27 Mengolesi Mould Dengan Oli Bekas	72
Gambar 28 Memasukkan Mortar Segar Ke Dalam Mould	72
Gambar 29 Benda Uji Yang Telah Dicitak	73
Gambar 30 Proses Perawatan Mortar Menggunakan Metode Wet Curing.....	73
Gambar 31 Perbandingan Berat Benda Uji Sebelum Perawatan, Sesusah Perawatan Dan Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari	76
Gambar 32 Grafik Berat Jenis Rata-rata Benda Uji Per Variasi Pada Umur Mortar 28 Hari.....	77
Gambar 33 Grafik Rata-Rata Daya Serap Air Benda Uji	79
Gambar 34 Mengukur Diameter Dan Tinggi Benda Uji.....	80
Gambar 35 Menimbang Berat Benda Uji.....	80
Gambar 36 Menguji Kuat Tekan Mortar Menggunakan Alat UTM.....	80
Gambar 37 Grafik Kuat Tekan Mortar Dengan Variasi Penambahan BUTINA Pada Umur 7 Hari.....	82
Gambar 38 Grafik Kuat Tekan Mortar Dengan Variasi Penambahan Butina Pada Hari Ke-14	84
Gambar 39 Grafik Kuat Tekan Mortar Dengan Variasi Penambahan Butina Pada Hari Ke-28	86

Gambar 40 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Mortar Hari Ke 7, 14 Dan 28 Berdasarkan Variasi Penambahan BUTINA.....	89
Gambar 41 Kadar Minyak Secara Visual	89
Gambar 42 Tipe Pola Retak Benda Uji. A) Belah (<i>Cone and Shear</i>), B) Geser (<i>Shear</i>), C) Sumbu (<i>Columnar</i>).....	90
Gambar 43 Persiapan Material Pengujian <i>Setting Time</i>	91
Gambar 44 Persiapan Alat Vicat.....	91
Gambar 45 Pembuatan Pasta Mortar.....	92
Gambar 46 Mengatur Jarum Vicat.....	92
Gambar 47 Grafik Batang Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> Berdasarkan Variasi Penambahan BUTINA	93
Gambar 48 Grafik Perbandingan Pengujian <i>Setting Time</i> dengan Variasi Penambahan 0%, 12.5%, 15%, Dan 17.5%	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Persyaratan Proporsi	11
Tabel 2 Persyaratan Spesifikasi Sifat	12
Tabel 3 Jenis – Jenis Semen Portland Berdasarkan Komposisi Kimianya	16
Tabel 4 Komposisi Penyusun Semen Portland Tipe 1	17
Tabel 5 Gradasi Agregat Halus Menurut (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33).....	21
Tabel 6 Batas Dan Izin Untuk Campuran Beton.....	23
Tabel 7 Komposisi Yang Terkandung Dalam Tulang Ikan Tuna.....	26
Tabel 8 Perbandingan Kandungan Yang Terkandung Dalam Tepung Tulang Ikan Dan Semen Portland.....	27
Tabel 9 Nilai Slump untuk Berbagai Pekerjaan Beton	29
Tabel 10 Jumlah Benda Uji Yang Akan Digunakan Pada Penelitian Ini.....	39
Tabel 11 Coding Setiap Benda Uji Dalam Penelitian.....	40
Tabel 12 Spesifikasi Pemeriksaan Bahan	47
Tabel 13 Kebutuhan 1 buah Benda Uji Kubus Ukuran 5cm x 5cm x 5cm atau Volume 125 Cm ³	52
Tabel 14 Perhitungan Kebutuhan Bahan untuk 1 Benda Uji Silinder Dengan Ukuran Ø (10 x 20 cm) / Volume 1.570 cm ³	53
Tabel 15 Perhitungan Mix Design Pada Penelitian Ini	53
Tabel 16 Mix Design Untuk Pengujian <i>Setting Time</i>	56
Tabel 17 Sampel Uji <i>Setting Time</i>	56
Tabel 18 Kandungan Kimia Dalam Bubuk Tulang Ikan Tuna Madidihang (Thunnus albacares)	60
Tabel 19 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	62
Tabel 20 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus	62
Tabel 21 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	63
Tabel 22 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus (Pasir)	64
Tabel 23 Gradasi Agregat Halus	64
Tabel 24 Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus.....	65
Tabel 25 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Halus	66
Tabel 26 Proporsi Perhitungan Campuran Mortar Normal (FAS 0.8).....	68
Tabel 27 Proporsi Campuran Setiap Variasi.....	68
Tabel 28 Hasil Pengujian Workability Mortar Segar.....	74
Tabel 29 Berat Benda Uji Pada Umur Mortar 28 Hari	75
Tabel 30 Berat Benda Uji Pada Umur Mortar 28 Hari	77
Tabel 31 Berat Dan Penyerapan Air Mortar Hari Ke-28	78
Tabel 32 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Hari Ke-7	81
Tabel 33 Benda Uji Mortar Pengujian Umur 7 Hari.....	82
Tabel 34 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Hari Ke-14	83
Tabel 35 Benda Uji Mortar Pengujian Umur 14 Hari.....	85
Tabel 36 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Hari Ke-28	86
Tabel 37 Benda Uji Kuat Tekan Mortar Pada Umur 28 Hari	87
Tabel 38 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Pada Umur 7, 14 Dan 28 Hari	88
Tabel 39 Pola Retak Mortar	91

Tabel 40 Hasil Pengujian Setting Time Berdasarkan Variasi Penambahan BUTINA.....	92
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 UJI KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS.....	100
LAMPIRAN 2 REKAPITULASI HASIL UJI KARAKTERISTIK MATERIAL	105
LAMPIRAN 3 HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR	106
LAMPIRAN 4 HASIL PENGUJIAN SETTING TIME MORTAR.....	109
LAMPIRAN 5 LOGBOOK KEGIATAN STUDIO LBE MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN.....	115

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan baik. Penulis mengangkat tema dengan judul “Mortar Berbahan Tambah Limbah Organik tulang Ikan Tuna Madidihang (*Thunnus Albacares*)”. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana (S1) di Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta yang telah memberikan motivasi baik moral maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis. Terlebih kepada kedua orang tua saya Yakub S Matandung dan Asni Parirak.
2. Bapak Dr. H. Edward Syarif, ST.,M.T. selaku Ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin, S.T.,M.T. selaku Kepala Labo. Bahan Bahan, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, serta sebagai Dosen Pembimbing I dan Ibu Pratiwi Mushar, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak k Dr.Ir. Hartawan, M.T. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Dr. Imriyanti, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan pegawai departemen arsitektur fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini
6. Kepada seluruh saudara/i PRISMA 2018 yang telah memberikan warna, dukungan, dan motivasi semasa kuliah saya.
7. Kepada sahabat saya Sintia Sambang yang selalu ada menemani diwaktu susah dan senang.
8. Kepada pemilik NIM 325200013 yang telah memberi dukungan dan berkenan menemani saya selama proses pembuatan skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini belum sempurna baik dalam penulisan maupun isi, disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca untuk menyempurnakan isi Tugas Akhir ini.

Makassar, 10 Februari 2023

Penulis

ABSTRAK

PRINCENSSIA SURYANI MATANDUNG. *Mortar Berbahan Tambah Limbah Organik Tulang Ikan Tuna Madidihang (*Thunnus Albacares*)* (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Nasruddin, S.T.,M.T. dan Pratiwi Mushar, S.T.,M.T.)

Potensi produksi tuna madidihang di perairan laut kepala burung Pulau Papua sangatlah berlimpah. Industri pengolahan pengalengan ikan, pembekuan maupun pengolahan secara tradisional memperoleh limbah hasil pengolahan tuna yang salah satunya berupa tulang ikan. Unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor dan karbonat. Kandungan kalsium pada tulang ikan terdapat kesamaan dengan komposisi kimia penyusun semen *Portland*. Pemanfaatan limbah tulang ikan tuna madidihang sebagai bahan tambah dalam pencampuran mortar diharapkan mampu untuk meningkatkan kualitas mortar.

Tujuan penelitian adalah 1) untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk tulang tuna madidihang (*Thunnus albacares*) terhadap kuat tekan mortar; 2) waktu yang dibutuhkan untuk mengalami pengikatan awal dan pengikatan akhir dengan variasi 0%, 12,5%, 15%, dan 17,5%.

Jenis penelitian adalah eksperimental dengan metode kuantitatif. Pengujian secara *destructive test* dengan UTM pada mortar umur 7, 14 dan 28 hari dan metode perawatan *wet curing*. Specimen berjumlah 36 buah berbentuk silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Perbandingan antara semen dengan pasir 1 : 2,75 dan FAS adalah 0,8. Agregat halus, *workability*, kuat tekan dan *setting time* dilakukan berdasarkan pada SNI dan ASTM.

Hasil penelitian menunjukkan: 1) bahwa semakin tinggi jumlah variasi bubuk tulang ikan yang digunakan, maka semakin mempengaruhi kuat mortar dan mempercepat waktu pengikatannya; 2) kuat tekan pada mortar umur 28 hari dengan variasi penambahan bubuk tulang ikan 0%, 12,5%, 15% dan 17,5% terhadap kuat tekan mortar berturut-turut adalah 11.022 MPa, 6.120 MPa, 6.330 MPa dan 4.316 MPa; 3) Waktu pengikatan awal dengan variasi penambahan bubuk tulang ikan 0%, 12,5%, 15% dan 17,5% berturut-turut adalah 72 menit, 50 menit, 45 menit dan 39 menit. Waktu untuk pengikatan akhir dengan variasi penambahan bubuk tulang ikan 0%, 12,5%, 15% dan 17,5% berturut-turut adalah 285 menit, 255 menit, 240 menit dan 210 menit.

Kata Kunci: Mortar, Tuna Madidihang (*Thunnus Albacares*), *Wet Curing*, Kuat Tekan, *Setting Time*.

ABSTRACT

PRINCENSSIA SURYANI MATANDUNG. *Mortar Berbahan Tambah Limbah Organik Tulang Ikan Tuna Madidihang (Thunnus Albacares)* (supervised by Dr. Eng. Ir. Nasruddin, S.T.,M.T. dan Pratiwi Mushar, S.T.,M.T.)

The production potential of yellowfin tuna in the Bird's Head sea waters of Papua Island is very abundant. Fish canning, freezing, and processing industries have traditionally obtained tuna processing waste, one of which is fish bones. The main constituents of fish bones are calcium, phosphorus, and carbonate. The calcium content in fish bones is similar to the chemical composition of Portland cement. The utilization of yellowfin tuna fish bone waste as an added ingredient in mortar mixing is expected to be able to improve the quality of the mortar.

The aims of the study were 1) to determine the effect of adding yellowfin tuna (Thunnus albacares) bone powder on the compressive strength of mortar; 2) time needed to experience initial binding and final binding with variations of 0%, 12.5%, 15%, and 17.5%.

This type of research is experimental with quantitative methods. Testing by the destructive test with UTM on mortar aged 7, 14, and 28 days and wet curing treatment method. There were 36 specimens in the form of cylinders with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm. The ratio between cement and sand is 1: 2.75 and FAS is 0.8. Fine aggregate, workability, compressive strength, and setting time are based on SNI and ASTM.

The results showed: 1) that the higher the number of variations of fish bone powder used, the more it affected the strength of the mortar and accelerated the setting time; 2) the compressive strength of the mortar aged 28 days with variations in the addition of fish bone powder 0%, 12.5%, 15% and 17.5% to the compressive strength of the mortar were 11,022 MPa, 6,120 MPa, 6,330 MPa, and 4,316 MPa; 3) The initial setting time with the addition of 0%, 12.5%, 15%, and 17.5% fish bone powder respectively was 72 minutes, 50 minutes, 45 minutes and 39 minutes. The time for final binding with variations in the addition of fish bone powder 0%, 12.5%, 15%, and 17.5% respectively were 285 minutes, 255 minutes, 240 minutes, and 210 minutes.

Keywords: Mortar, Yellowfin Tuna (Thunnus Albacares) Bones, Wet Curing, Firm Pressure, Setting Time.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan dalam bidang konstruksi yang semakin pesat, yang dimana memunculkan berbagai macam metode-metode dan inovasi bahan dalam membangun suatu bangunan. Menurut Undang-Undang no. 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung menyebutkan bahwa penggunaan bahan bangunan gedung harus aman bagi kesehatan pengguna dan tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Namun terdapat beberapa faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada bangunan yang merupakan suatu hal yang mungkin saja terjadi, diantaranya adalah akibat kualitas material yang digunakan kurang baik, proses pembuatan campuran yang tidak sesuai dengan standar penggunaannya, akibat bencana alam dan sebagainya. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, munculah berbagai macam penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas bahan bangunan baik dengan cara menambah bahan baru maupun dengan mengganti komposisi dari bahan yang diteliti. Salah satu bahan yang sering diteliti adalah mortar.

Mortar merupakan suatu campuran yang terdiri dari agregat halus, semen, dan air dengan komposisi tertentu. Setiap bangunan beton selalu menggunakan mortar untuk plesteran ataupun acian. Mortar juga biasa digunakan pada pekerjaan konstruksi seperti pemasangan material penyusun dinding bata merah, batako dan lain sebagainya. Mortar yang bagus adalah awet, murah, mudah dikerjakan, cepat mengering, tahan terhadap air, dan tidak menimbulkan retak pada pasangan. Mortar mempunyai keterbatasan daya tahan terhadap suhu tinggi dan akan merusak bangunan (Estu, rahmat, & Rusnardi, 2021). Dalam pembuatan mortar atau adukan beton, ada kalanya dibutuhkan bahan tambah untuk membantu proses percepatan pengerasan adukan atau memperkuat adukan tersebut. Penggunaan bahan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat adukan sesuai dengan yang diinginkan. Seperti tertulis dalam *American Society for Testing and Material* (ASTM) C125, bahan tambahan tersebut ditambahkan dalam campuran beton atau mortar, sebelum pencampuran pada *batching plant* atau sesudah pencampuran.

Definisi bahan tambahan ini mempunyai arti luas, yaitu meliputi polimer, *fiber*, mineral yang mana dengan adanya bahan tambahan ini komposisi beton atau mortar mempunyai sifat yang berbeda dengan biasanya (Prihatini, 2021).

Perairan laut kepala burung Pulau Papua termasuk dalam WPP 717 Samudera Pasifik dan Teluk Cenderawasih, yang dimana salah satu di daerah kabupaten dan kota sorong telah lama dikenal memiliki potensi serta merupakan alur ruaya ikan pelagis besar terutama tuna madidihang (*Thunnus albacares*) yang biasa disebut dengan tuna sirip kuning. Potensi produksi tuna madidihang di perairan laut kepala burung Pulau Papua sangatlah berlimpah. Daerah *fishing ground* tuna madidihang nelayan kabupaten dan kota sorong berada sekitar 5-10 mil laut arah laut Samudera Pasifik dari daratan antara Distrik Abun Kabupaten Sorong dan Distrik Saosapor Kabupaten Tambrauw. Potensi produksi tuna madidihang di daerah *fishing ground* ini berkisar dari 7-10 ton/bulannya (Alianto., 2014). Industri pengolahan pengalengan ikan, pembekuan maupun pengolahan secara tradisional menghasilkan limbah pengolahan tuna yang berupa kepala, tulang, kulit, isi perut dan sisa daging. Umumnya industri pengolahan tuna menghasilkan limbah industri yang cukup besar pada beberapa pusat pengolahan, karena tuna termasuk komoditas penting setelah udang.

Menurut Trilaksani, dkk (2006) dalam (Sahara, 2019) tulang ikan merupakan salah satu bentuk limbah dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium terbanyak diantara bagian tubuh ikan lainnya, karena unsur utama dari tulang ikan sendiri adalah kalsium, fosfor dan karbonat. Jenis tulang ikan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tulang ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*). Kandungan zat kimia dalam tulang ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) terdapat kesamaan dengan komposisi kimia penyusun semen Portland.

Berdasarkan dari sebuah penelitian yang telah dilakukan oleh (Syarifuddin, 2018) yang dimana hasil pengujian diperoleh masing-masing uji parameternya yaitu analisis kandungan mineral tulang ikan menggunakan XRD diperoleh hasil kandungan tulang ikan mengandung batu kapur (CaO) sebanyak 65 %, seng (ZnO) 11 %, Besi (Fe₂O₃) 22%, dan Cu₄O₃ 2%, yang dimana diketahui bahwa kandungan dari tulang ikan memiliki kesamaan dengan kandungan dalam semen. Dan pada penelitian tersebut pula dilakukan uji kuat tekan dengan menggunakan sampel uji

berbentuk balok dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 10 cm dan tinggi 15 cm dengan tambahan serbuk tulang ikan bervariasi 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dan 30 %. Hasil dari nilai uji kuat tekan yang diperoleh masing – masing parameter pada komposisi 10 % sampai 15 % didapatkan nilai kuat tekan 25.21 Kg/cm² dan 40.16 Kg/cm² (sesuai dengan standar SNI 3-0349-1989 kategori kelas IV dan kelas III tingkat mutu bata beton pejal). Sehingga pada kesempatan ini, akan menjadikan tulang ikan sebagai bahan tambah pada campuran mortar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diharapkan dari bahan tambah tulang ikan pada campuran mortar dapat memberikan kualitas lebih baik dari pada mortar pada umumnya.

Ditinjau dari penelitian terdahulu, penulis akan memanfaatkan limbah tulang ikan sebagai bahan tambah pada campuran mortar, dan variasi tambah yang akan digunakan adalah 0%, 12,5%, 15%, dan 17,5% dari volume semen. Variasi tambah yang digunakan mengacu pada penelitian Syaifuddin (2018) yang dimana nilai hasil dari pengujian kuat tekan yang dilakukan mengalami peningkatan pada komposisi 10% dan 15% dengan nilai kuat tekan 25.21 kg/cm² dan 40.16 kg/cm².

Berdasarkan pembahasan di atas, maka penulis bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan mortar pada campuran mortar berbahan tambah limbah tulang ikan tuna. Sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul “Mortar Berbahan Tambah Limbah Organik Tulang Ikan Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan bubuk tulang ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) dengan variasi 0 %, 12,5 %, 15 %, dan 17,5% terhadap kuat tekan mortar?
2. Berapa lama waktu yang dibutuhkan campuran semen dengan bahan tambah bubuk tulang ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) dengan variasi 0 %, 12,5 %, 15 %, dan 17,5% untuk mengalami pengikatan awal (*initial set*) dan pengikatan akhir (*final set*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk tulang tuna madidihang (*Thunnus albacares*) dengan variasi 0 %, 12,5%, 15%, dan 17,5% terhadap kuat tekan mortar.
2. Untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan campuran semen dengan bahan tambah bubuk tulang ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) dengan variasi 0 %, 12,5 %, 15 %, dan 17,5% untuk mengalami pengikatan awal (*initial set*) dan pengikatan akhir (*final set*)?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian diharapkan dapat menjadi salah satu wawasan untuk pengembangan teknologi bahan.
2. Bagi pihak produsen mortar, semoga penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan kualitas dari mortar.
3. Bagi para peneliti dan pembaca, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi atau referensi untuk melakukan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai mortar.

1.5 Ruang Lingkup

Untuk mengetahui ruang lingkup penelitian ini, maka diperlukan Batasan-Batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah semen *Portland* tipe I merek bosowa dan pasir sebagai agregat halus yang berasal dari daerah Gowa.
2. Standar pengujian penelitian ini mengacu pada SNI 03-6825-2002 dengan jenis mortar yang akan digunakan yakni mortar semen.
3. Bahan tambah tulang ikan yang digunakan adalah limbah tulang ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) berukuran sekitar (60–100) cm yang dikumpulkan di sekitaran Kota Sorong, Provinsi Papua Barat, yang sudah

dikurangi kadar air dan minyaknya dengan penggunaan oven dan di hancurkan menjadi bubuk.

4. Variasi penambahan komposisi bubuk tulang ikan yang digunakan pada campuran mortar adalah 0%, 12,5%, 15% dan 17,5% berdasarkan berat semen.
5. Penelitian ini menggunakan metode perawatan *wet curing*.
6. Penelitian ini akan menggunakan bahan campuran mortar 1: 2,75 (perbandingan semen dan pasir) dan FAS yang digunakan adalah 0.8
7. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material, Struktur dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.
8. Tidak membahas secara detail mengenai reaksi kimia yang akan terjadi pada campuran terhadap bahan – bahan yang digunakan.
9. Benda uji berupa silinder Ø (10 cm x 20 cm), dengan jumlah benda uji 48 buah.
10. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:
 - 1) Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan metode *destructive test* dan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*).
 - 2) Pengujian *setting time (initial setting dan final setting)* dilakukan dengan menggunakan alat vicat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari 5 bab yang secara berurutan menerangkan tentang hal - hal sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan masalah, sistematika penulisan, dan keaslian penelitian yang akan dilakukan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan tentang teori- teori dasar yang berhubungan dengan penelitian terdahulu dan gambaran umum mengenai mortar, spesifikasi mortar, sifat -sifat mortar, material penyusun mortar,

tulang ikan Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*), faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar, faktor air semen (FAS), *setting time* (*initial setting* dan *final setting*), kuat tekan, SNI, penelitian terdahulu yang relevan dan kerangka pikir.

BAB III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan mengajikan bahasan mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu, variabel penelitian, persiapan alat dan bahan, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan mortar, pengujian *setting time* mortar dan metode analisis data.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik.

BAB V. PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

1.7 Keaslian Penelitian

Peneliti	Syaifuddin	Sahara	Princenssia Suryani Matandung
Tahun	2018	2019	2022
Judul Penelitian	Pembuatan dan Pengujian Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Tulang Ikan.	Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Batako Dengan Penambahan Limbah Tulang Ikan	Mortar Berbahan Tambah Limbah Organik Tulang Ikan Tuna Madidihang (<i>Thunnus albacares</i>)
Variabel Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> - Benda uji berbentuk balok dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 10 cm dan tinggi 15 cm. Berjumlah 5 buah - Komposisi serbuk tulang ikan bervariasi 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dan 30 %. - Metode pembuatan bahan tambah (serbuk tulang ikan) dengan menghaluskannya sampai menjadi serbuk. - Metode perawatan <i>dry curing</i> - Pengujian kuat tekan batako 	<ul style="list-style-type: none"> - Benda uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 10 cm dan tinggi 15 cm. Jumlah sampel uji yang dibuat sebanyak 21 buah - Variasi dari bahan substitusi 5%, 10 %, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40%. - Metode pembuatan benda uji dengan cara dikeringkan dan dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan tepung. - Metode perawatan <i>dry curing</i> - Pengujian kuat tekan dan pengujian daya serap air. 	<ul style="list-style-type: none"> - Benda uji berbentuk silinder (10 cm x 20 cm) berjumlah 36 buah - Variasi penambahan bubuk tulang ikan 0%, 12,5%, 15%, dan 17,5% - Metode pembuatan bahan tambah bubuk tulang ikan dengan menghaluskan samapai menjadi bubuk. - Metode perawatan <i>wet curing</i> - Pengujian kuat tekan mortar.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mortar

2.1.1 Pengertian Mortar

Menurut *Mirriam Webster Dictionary*, Mortar adalah bahan bangunan lentur (seperti campuran semen, kapur atau *gypsum*, dengan pasir & air) yang dapat mengeras dan bahan tersebut biasanya digunakan pada pekerjaan batu atau pekerjaan plesteran. Secara umum mortar adalah bahan bangunan berupa adukan semen yang biasa digunakan dalam pekerjaan tukang batu yaitu sebagai plesteran, (www.mortarutama.com).

Menurut SNI 03-6825-2002 mortar dapat didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen relatif) dan air dengan komposisi tertentu. Material dasar pembentuk mortar pada hakekatnya dapat dikelompokkan sebagai bahan aktif dan bahan pasif, dimana bahan aktif terdiri dari semen dan air yang nantinya berfungsi sebagai perekat/pengikat, sedangkan kelompok bahan pasif yaitu agregat halus yang berfungsi sebagai pengisi. Mortar dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan *hollow break*, *paving block* yang mempunyai standar-standar kekuatan, serta sebagai bahan pengisi untuk pekerjaan-pekerjaan pasangan, seperti pasangan dinding, pasangan batu, plesteran dan lain-lain.

Plesteran/mortar semen untuk penutup pekerjaan pasangan, berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar (seperti cuaca, kelembaban ataupun kekuatan abrasi), untuk menambah kekuatan pasangan serta meratakan permukaan pasangan. Jenis plesteran yang umum dipakai adalah plesteran 1:2, 1:3 dan 1:5. Plesteran 1:1 dan 1:2 merupakan material kedap air yang umum digunakan pada elemen konstruksi yang berhubungan dengan tanah dan air seperti pondasi, sloof dan dinding kamar mandi. Plesteran 1:3 untuk dinding beton dan dinding bata/batako di sisi luar bangunan, sedangkan 1:5 digunakan untuk dinding bata di bagian dalam bangunan (Yanita, 2015).

Fungsi utama dari mortar adalah menambah lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi kekuatan mortar tergantung pada

koheksi pasta semen terhadap partikel agregat halusny. Mortar mempunyai nilai penyusun yang relatif kecil. Mortar harus tahan terhadap penyerapan air serta kekuatan gesernya dapat memikul gaya-gaya yang bekerja pada mortar tersebut. Jika terjadi penyerapan air pada mortar dengan cepat maupun dengan jumlah yang besar, maka mortar akan mengeras dengan dan akan kehilangan ikatan adhesinya (Kantius Wenda., 2018).

2.1.2 Jenis -Jenis Mortar

Menurut SNI 03-6825-2002, mortar dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

a. Mortar Lumpur (*Mud Mortar*)

Mortar lumpur yang dibuat dari bahan tanah yang cukup baik, pasir dan air. Mortar ini biasa dipakai sebagai bahan tembok atau bahan tungku api di pedesaan.

b. Mortar Kapur

Mortar kapur dibuat dari pasir, semen merah, kapur dan air. Mortar ini biasa dipakai untuk pembuatan dinding tembok batu bata.

c. Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari pasir, semen portland dan air. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1: 2 atau 1: 6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya lebih besar dari pada dari kedua mortar di atas. Oleh karena itu mortar sering dipakai pada bangunan konstruksi tembok, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban.

d. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus seperti pada mortar jenis (a), (b) dan (c) di atas dengan tujuan tertentu.

2.2 Sifat – Sifat Mortar

Untuk keperluan perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka pengetahuan tentang sifat-sifat adukan mortar maupun sifat-sifat mortar setelah mengeras perlu diketahui. sifat-sifat dari mortar antara lain:

1. Keawetan (*Durability*)

Merupakan kemampuan mortar bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang telah direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen (fas) maupun pembatasan dosis minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan.

2. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan dari mortar untuk memikul atau menahan beban maupun gaya-gaya mekanis sampai terjadi kegagalan. Nilai kuat tekan mortar didapatkan melalui tata cara pengujian standart, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai retak atau hancur.

3. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas mortar adalah perbandingan antar kuat tekan mortar dengan regangan. Biasanya ditentukan pada 25 % - 30 % .

4. Kelecekan (*workability*)

Kelecekan (*workability*) adalah sifat-sifat adukan mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan finishing. Dengan kata lain kelecekan adalah besarnya kemudahan kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan kompaksi penuh.

(Wenda, 2018)

2.3 Spesifikasi Mortar

Menurut SNI 03-6882-2002 dan ASTM C 270, mortar diklasifikasikan menjadi 4 tipe berdasarkan proporsi bahan (*proportion specifications*) dan sifat mortar (*propety specifications*), yaitu : M, S, N dan O, yang masing-masing tipe terdiri atas agregat halus (pasir), air, dan semen.

1. Spesifikasi Proporsi dan Spesifikasi Sifat Mortar

Spesifikasi mortar menurut proporsi bahan didasarkan pada volume pencampuran dari material penyusunnya harus memenuhi persyaratan proporsi mortar yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan Proporsi

Mortar	Tipe	Campuran dalam volume (bahan bersifat semen)			Rasio agregat (pengukuran kondisi lembab dan gembur)	
		Semen Portland	Semen Pasangan			
			M	S		N
Semen	M	1			2,25 – 3 kali jumlah volume bersifat semen	
Pasangan	M	...	1			
	S	...		1		
	S	½		1		
	N	...		1		
	O	...		1		

Sumber. SNI 03-6882-2002

2. Tipe – tipe mortar

- a. Mortar tipe M adalah mortar yang mempunyai kekuatan 17,2 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen *portland* dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.
- b. Mortar tipe S adalah mortar yang mempunyai kekuatan 12,5 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe S atau kapur semen dengan menambahkan semen *portland* dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.
- c. Mortar tipe N adalah mortar yang mempunyai kekuatan 5,2 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen *portland* dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.
- d. Mortar tipe O adalah mortar yang mempunyai kekuatan 2,4 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen *portland* dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.

3. Keterangan Semen Pasangan

- a. Semen Pasangan tipe N adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe N menurut Tabel 1 tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam, dan dapat digunakan untuk pembuatan mortar tipe S atau tipe M bila semen *portland* ditambahkan dengan komposisi menurut Tabel 1.
- b. Semen pasangan tipe S adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe S tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam, dan dapat digunakan untuk pembuatan mortar tipe S atau tipe M bila semen *portland* ditambahkan dengan komposisi menurut Tabel 1.
- c. Semen pasangan tipe M adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe M tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam.

Sedangkan persyaratan spesifikasi sifat mortar dapat dilihat pada tabel 2, yaitu :

Tabel 2 Persyaratan Spesifikasi Sifat

Mortar	Tipe	Kekuatan Rata- Rata 28 Hari Min. MPa)	Retensi Air Min (%)	Kadar Air Maks (%)	Rasio Aggregate (Pengukuran Kondisi Lembab Dan Gembur)
Semen Pasangan	M	17,2	75 B)	2,25 – 3,5 Kali Jumlah Volume Bersifat Semen
	S	12,4	75 B)	
	N	5,2	75 B)	
	O	2,4	75 B)	

Sumber. SNI 03-6882

Keterangan:

- a. Hanya untuk mortar yang dipersiapkan di laboratorium.
- b. Bila terdapat tulangan struktur dalam mortar semen pasangan maka kadar udara maksimum harus 18%.

Spesifikasi sifat mortar harus memenuhi ketentuan persyaratan bahan dan pengujian terhadap mortar yang telah disiapkan dilaboratorium, dimana bahan tersebut terdiri dari suatu campuran bahan pengikat bersifat semen, agregat dan air

yang telah memenuhi persyaratan mortar sesuai metode pengujian yang telah dikeluarkan oleh SNI 03-6882-2002.

1. Kecuali untuk jumlah pencampurnya, proporsi campuran yang disiapkan dilaboratorium dan memenuhi ketentuan spesifikasi ini, tidak boleh diubah, bahan- bahan yang sifat fisiknya berbeda tidak boleh dipakai tanpa melakukan pengujian ulang dan memenuhi persyaratan sifat – sifat mortar.
2. Sifat – sifat mortar yang diisyaratkan dalam tabel 2 adalah untuk mortar yang disiapkan dilaboratorium dengan jumlah penyampur yang memberikan kelecakan (*Flow*) (110 ± 5) . Jumlah air ini tidak cukup untuk menghasilkan mortar dengan kelecakan yang sesuai untuk pekerjaan pemasangan dilapangan. Mortar yang akan digunakan dilapangan harus di campur lagi dengan maksimum jumlah air yang sesuai dengan kemudahan pengerjaannya, sehingga cukup untuk memenuhi persyaratan awal dari bahan/komponen konstruksi pasangan.
3. Sifat – sifat mortar yang disiapkan dilaboratorium dengan (110 ± 5) % sebagaimana diisyaratkan dalam spesifikasi ini dimaksudkan untuk memperkirakan besarnya kelecakan dan sifat – sifat dari mortar yang disiapkan untuk pekerjaan dilapangan setelah digunakan agar supaya penyerapan air dari komponen konstruksi pasangan terpenuhi.
4. Sifat – sifat mortar yang disiapkan dilapangan dengan jumlah air lebih banyak, sebelum digunakan pada pekerjaan konstruksi pasangan, akan berbeda dengan persyaratan sifat-sifat seperti dalam tabel 2. Dengan demikian persyaratan dalam tabel 2 tidak bisa dipakai sebagai persyaratan untuk pengawasan mutu mortar dilapangan. Untuk tujuan ini, dapat dipakai metode pengujian ASTM C 780.

2.4 Material Penyusun Mortar

2.4.1 Semen *Portland*



Gambar 1 Semen *Portland*
(Sumber : www.alibaba.com)

Menurut SNI 15-2049-2004, semen *portland* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah tambahan lain.

Menurut (G, Edward Nawy, 1998), Material semen adalah material yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan untuk mengikat fragmen-fragmen mineral/ agregat-agregat menjadi suatu masa yang padat mempunyai kekuatan. Semen yang mengeras dengan adanya air yang dinamakan dengan semen hidraulis (*hydraulic cement*). Semen jenis ini terdiri dari silikat dan lime yang terbuat dari batu kapur dan tanah liat yang digerinda, dicampur, dibakar dalam pembakaran kapur (*klin*), kemudian dihancurkan menjadi tepung. Semen hidrolik biasa yang dipakai untuk mortar dinamakan semen *portland* (*portland cement*).

Dalam buku *Portland Cement Association* (1975), diuraikan nama-nama penemu semen yang pertama kali yaitu sebagai berikut:

- John Smeaton (1756), bahwa mortar/beton yang baik diperoleh jika pozzolan semen dicampur dengan batu kapur (*limestone*) yang banyak mengandung material tanah liat.

- Joseph Aspdin (1824), Pembuatan semen *portland* dengan jalan memanaskan campuran butir-butir halus tanah liat dan batuan kapur keras dalam tungku pembakaran, sampai CO₂ hasil pembakaran tersebut keluar dari campuran.
- Issac Johnson (1845), memperbaiki cara Joseph Aspdin dengan jalan membakar campuran tanah liat dengan kapur sampai mengklinker sehingga reaksi yang diperlukan untuk membentuk tingkatan material semen terjadi.

Semen *portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standart Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut.

Fungsi utama semen adalah sebagai perekat. Bahan-bahan. Semen terdiri dari batu kapur (gamping) yang mengandung senyawa: Calcium Oksida (CaO), lempung atau tanah liat (clay) adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO₂), Aluminium Oksida (Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk klinker. Klinker kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (gypsum). (Sinulingga, 2014)

Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi. Proses kimiawi ini berupa rekristalisasi dalam bentuk *interlocking-crystals* (ikatan kristal) sehingga membentuk gel semen yang akan mempunyai kekuatan tekan yang tinggi apabila mengeras. Jika semen *portland* dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawa. Banyaknya kapur dilepaskan ini sekitar 20% dari berat semen. (Mulyono, Teknologi Beton, 2003)

Mutu semen yang baik yaitu bila dicampur dengan air semakin lama semakin mengeras atau membatu. Hidrolisa membutuhkan waktu yang lama (± 1 hari) terhadap semen dan air.

$$\text{Hidrolisa} = \frac{\%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}{\%CaO + \%MgO} \dots\dots\dots (1)$$

Angka hidrolisa ini berkisar antara $< 1/1,5$ (lemah) hingga $> 1/2$ (keras sekali). Dalam industri semen angka hidrolisa yang diharapkan $1/1,9$ dan $1/2,15$. (SNI, 1993).

Tabel 3 Jenis – Jenis Semen Portland Berdasarkan Komposisi Kimianya

Tipe Semen	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	CAO Bebas	Mgo Bebas
Tipe I	42-67	8-31	5-14	6-12	2,4-34	0-1,5	0,7-3,8
Tipe II	37-55	19-39	4-8	6-16	2,1-3,4	0,1-1,8	1,5-4,4
Tipe III	34-70	0-28	7-17	6-10	2,2-4,6	0,1-4,2	1,0-4,8
Tipe IV	21-44	57-34	3-7	6-18	2,6-3,5	0-0,9	1,0-4,1
Tipe V	35-54	24-49	1-5	6-15	2,4-3,9	0,1-0,6	0,7-2,3

Sumber : ASTM C150

Menurut (Chu, 1987), Sifat dan manfaat untuk tipe semen *portland* adalah sebagai berikut:

a. Semen Tipe I (Semen penggunaan umum)

Sifat dari semen *portland* tipe I yaitu MgO dan SO₃ hilang pada saat pembakaran. Kehalusan dan kekuatannya secara berturut-turut juga ditentukan. Secara umum mempunyai sifat-sifat umum dari semen. Digunakan secara luas sebagai semen untuk teknik sipil dan konstruksi arsitektur misalnya pembangunan jalan, bangunan beton bertulang, jembatan dan lain-lain.

b. Tipe II (Semen pengeras pada panas sedang)

Semen *Portland* tipe II mempunyai C₃S kurang dari 50% dan C₃A kurang dari 8%. Kalor hidrasi 70 kal atau kurang (7 hari) dan 80 kal atau kurang (28 hari) pada kondisi sedang. Peningkatan dari kekuatan jangka panjang diinginkan. Secara umum dipakai untuk mencegah serangan sulfat dan lingkungan sistem drainase dengan kadar konsentrat tinggi didalam tanah.

c. Tipe III (Semen berkekuatan tinggi awal)

Semen *portland* tipe III mengandung C₃S maksimum. Kekuatan awal (1 hari dan 3 hari) diintensifkan, ditentukan untuk mempunyai kekuatan di atas 40 kg/cm² selama penekanan 1 hari dan di atas 90 kg/cm² selama penekanan 3 hari. Kegunaannya yaitu untuk menggantikan semen penggunaan umum untuk pekerjaan yang mendesak. Cocok untuk pekerjaan dimusim dingin.

Biasanya dipakai untuk konstruksi bangunan, pekerjaan pembuatan jalan, dan produk semen.

d. Tipe IV (Semen jenis rendah)

Pada semen *Portland* tipe IV, kalor hidrasi lebih rendah 10 kal dari pada semen pengeras pada panas sedang, ditentukan dibawah 60 kal (7hari) dan dibawah 70 kal yaitu 28 hari (ASTM). Memberikan kalor hidrasi minimum seperti semen untuk pekerjaan bendungan. Kegunaannya yaitu digunakan pada struktur struktur dam dan bangunan masif. Dimana panas yang terjadi sewaktu hidrasi merupakan faktor penentu bagi kebutuhan beton/mortar.

e. Tipe V (Semen tahan sulfat)

Semen *portland* tipe V mempunyai C_3S dibawah 50% dan C_3A dibawah 50% (ASTM). Diusahakan agar kadar C_3A minimum untuk memperbesar ketahanan terhadap sulfat. Biasanya dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah dan pelapisan dari saluran air dalam terowongan.

Pada penelitian ini, tipe semen yang akan digunakan adalah semen Tipe I dengan komposisi seperti pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4 Komposisi Penyusun Semen Portland Tipe 1

No.	Senyawa Kimia	Rumus Kimia	Persen
1	C3S (Tri-kalsium Silikat)	$3CaO.SiO_2$	49 %
2	C2S (Di-kalsium Silikat)	$2CaO.SiO_2$	25%
3	C3A (Tri-kalsium Aluminat)	$3CaO.Al_2O_3$	12%
4	C4AF (Tetra-kalsium Aluminoferrit)	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	8%
5	CaSO4 (Kalsium Sulfat)	CaSO ₄	2.9%
6	CaO (Kalsium Oksida)	CaO	0.8%
7	MgO (Magnesium Oksida)	MgO	2.4%

Sumber: https://www.academia.edu/8462881/Senyawa_Kimia_Pada_Semen_Portland

Beberapa pendapat tentang sifat semen dapat diambil pengertian bahwa semen *portland* adalah suatu bahan pengikat yang mempunyai sifat *adhesif* dan *kohesif* yang memungkinkan fragmen-fragmen mineral saling melekat satu sama lain apabila dicampur dengan air dan selanjutnya mengeras membentuk massa yang padat. Semen hidrolis meliputi semen *portland*, semen putih dan semen alumunia. Untuk pembuatan beton digunakan semen *portland* dan semen *portland pozzoland*. Semen *portland* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dari bahan kapur dan bahan lempung yang dibakar sampai meleleh, setelah terbentuk klinker yang kemudian dihancurkan, digerus dan ditambah dengan gips dalam jumlah yang sesuai. Sedangkan semen *portland pozzoland* adalah semen yang dibuat dengan menggiling bersama-sama klinker semen *portland* dan bahan yang mempunyai sifat *pozzoland* (Tjokrodimuljo, 1996).

Kekuatan dari pasta semen-air yang telah mengeras nantinya akan menentukan kekuatan beton karena dengan agregat yang kuat, perpatahan terjadi diantara partikel pasir. Oleh karena itu, pada dasarnya jalanan masuk yang terbuat dari adukan semen dan air akan sama kuatnya dengan adukan semen, air dan agregat. Akan tetapi jika ditinjau dari segi biaya kurang menguntungkan. Oleh karena itu adukan semen-air dicampur dengan bahan agregat yang lebih kuat dan murah. (Lawrence H. Van Vlack, 1989).

Semen *Portland* merupakan campuran silikat kalsium, aluminat kalsium dan dapat berhidrasi bila diberi air.

- $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$
- $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 + x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ca}_3\text{SiO}_5 + (x+1)\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$

Pada reaksi, daya larut hidrasi berkurang dalam air dibanding dengan semen semula. Dan semen mengeras karena reaksi hidrasi kimia, dan reaksi hidrasi ini melepaskan panas. (Lawrence H. Van Vlack, 1989).

2.4.2 Agregat Halus



Gambar 2 Agregat Halus
(Sumber : Geologis, 2010)

Menurut SNI 03-6820-2002, Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan (hasil pemecahan, penyaringan atau terak tanur tinggi). Syarat agregat halus dalam plesteran dan adukan harus sebagai :

- Bahan pengisi;
- Panahan penyusutan;
- Penambah kekuatan.

Agregat Halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batuan besar menjadi butiran batuan yang berukuran kecil. Agregat halus didefinisikan sebagai butiran batuan yang mempunyai ukuran terbesar 5,0 mm atau tertahan di saringan no. 4. Hasil desintegrasi alami ini menghasilkan butiran agregat halus yang berbentuk cenderung membulat dan bertekstur kasar. (Moerdwiyono, 1998), menjelaskan agregat halus terdiri dari butiran-butiran 0,02-2 mm yang didapat dari disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau didapat dari memecahnya (*artificial sand*).

Agregat halus adalah pengisi yang berupa pasir, agregat yang terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. (Dipohusodo, 1994)

Menurut Wuryati dan Candra (2001) dalam (Purnomo, 2016) menyebutkan bahwa fungsi agregat dalam mortar adalah untuk:

- Menghemat penggunaan semen.
- Menghasilkan kekuatan yang besar pada mortar, karena agregat halus dan kasar itu mengisi 50% sampai 80 % volume beton.
- Mengurangi susut pengerasan, hal ini dikarenakan bahan batuan tidak susut dan hanya pasta semen saja yang mengalami susut.
- Mencapai susunan yang padat pada beton, dengan gradasi baik maka akan dihasilkan mortar yang padat.
- Mengontrol *workability*, dengan gradasi baik maka mortar akan mudah dikerjakan.

Menurut Wuryati dan Candra (2001), Agregat halus adalah butiran mineral alami yang butirannya lebih kecil dari 4,8 mm dan biasanya disebut pasir. Agregat halus dibedakan menjadi 3 macam, antara lain:

- a. Pasir galian, yaitu pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah yang mana pada umumnya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.
- b. Pasir sungai, yaitu pasir yang langsung diperoleh dari sungai. Pasir ini biasanya berbentuk bulat dan berbutir halus, hal ini disebabkan karena terjadinya proses gesekan. Karena agregat ini bulat maka daya lekat antar butirnya pun agak berkurang.
- c. Pasir laut, yaitu pasir yang diambil dari pantai. Pasir jenis ini mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pasir sungai akan tetapi pasir jenis ini mengandung banyak garam, sehingga tidak dianjurkan untuk memakai pasir jenis ini dalam membuat bangunan.

Menurut SNI 03-6820-2002 dalam (Sihombing, 2018), Persyaratan agregat halus secara umum adalah sebagai berikut:

- 1) Modulus halus butir antara 1,50-3,80 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- 2) Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan ≤ 2.2 .

- 3) Tidak mengandung zat organis tertalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap dari pada warna standar.
- 4) Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12% berat, sedangkan jika dipakai magnesium sulfat yang hancur maksimum 18% berat.
- 5) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering). Jika kadar lumpur melebihi 5% pasir harus dicuci.
- 6) Agregat halus dari laut atau pantai boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Tabel 5 Gradasi Agregat Halus Menurut (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33)

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan / Ayakan				
				SNI 03-2834-2000				Astm C-33
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	<i>Fine Aggregate</i>
Mm	SNI	Astm	Inch	Gradasi No.1	Gradasi No.2	Gradasi No. 3	Gradasi No.4	Sieve Analysis
9,50	9,6	3/8 In	0,3750	100 – 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,75	4,8	No. 4	0,1870	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100	95 – 100
2,36	2,4	No. 8	0,0937	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100	80 – 100
1,18	1,2	No. 16	0,0469	30 -70	55 - 90	75 – 100	90 – 100	50 – 85

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan / Ayakan				
				SNI 03-2834-2000				Astm C-33
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	<i>Fine Aggregate</i>
0,60	0,6	No. 30	0,0234	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100	25 – 60
0,30	0,3	No. 50	0,0117	5 – 20	8 – 30	12 - 40	15 - 50	5 - 30
0,15	0,15	No. 100	0,0059	0 – 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 10

Sumber:<https://lauwtjunnji.weebly.com/gradasi--agregat-halus.html>. Diakses pada juni 2022

Agregat dinilai dari tingkat kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatan pada pasta semen, porositas dan penyerapan air dapat mempengaruhi daya tahan beton terhadap serangan alam dari luar dan ketahanan terhadap penyusutan selama proses penyaringan agregat. (Daryanto, 1994).

2.4.3 Air

Menurut SNI S-04-1989-F dalam (Adi Putra Sihombing dkk, 2018), menjelaskan Air yang digunakan pada campuran mortar harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang dapat menurunkan kualitas mortar.

Air memiliki fungsi untuk memicu proses kimiawi dari semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dalam pengerjaan pengadukan mortar. Tujuan utama pemakaian air berfungsi untuk proses hidrasi, yaitu reaksi antara semen dan air yang menghasilkan campuran keras setelah beberapa waktu tertentu.

Kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara semen dan faktor air. Persyaratan Mutu Air menurut PUBI 1982, adalah sebagai berikut:

- 1) Air harus bersih
- 2) Tidak mengandung Lumpur,minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual dan tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/l.
- 3) Tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton/mortar.

(George Winter, 1993)

Tabel 6 Batas Dan Izin Untuk Campuran Beton

Keterangan	Batas Yang Diizinkan
Ph	4,5 – 8,5
Bahan Padat	2000 ppm
Bahan Terlarut	2000 ppm
Bahan Onrganik	2000 ppm
Minyak	2 % berat semen
Sulfat (SO ₃)	10000 ppm
Chlor (Cl)	10000 ppm

Sumber : Bahan & Praktek Beton, 1999

2.5 Kuat tekan mortar

Menurut (M. Ibnu, 2007) dalam (Sihombing, Afrizal, & Gunawan, 2018), menjelaskan Kuat tekan adalah kemampuan mortar untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar serat yang menekan mortar. Mortar yang digunakan untuk bahan bangunan harus mempunyai kekuatan terutama untuk pasangan dinding batu bata, pasangan batako atau pasangan dinding yang lainnya.

Kuat tekan mortar adalah kemampuan mortar untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar serat yang menekan mortar. Mortar yang digunakan untuk suatu bahan dalam bangunan konstruksi harus mempunyai kekuatan terutama untuk pasangan dinding batu bata, pasangan dinding batako atau pasangan dinding yang lainnya (SNI 03- 1974-1990).

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1.1)$$

dengan :

f_c' = kuat desak beton salah satu benda uji (kg/cm²)

P = beban desak maksimum (kg)

A = luas permukaan benda uji tertekan (cm²).

2.6 Setting Time

Sifat mengikat semen berhubungan dengan waktu ikat semen, yaitu lamanya waktu yang diperlukan semen dari saat mulai bereaksi dengan air menjadi pasta semen yang cukup kaku menahan tekanan. Waktu ikat semen dibagi menjadi dua, yaitu waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Waktu ikat awal merupakan waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen sampai terjadi kehilangan sifat keplastisan. Waktu ikat akhir merupakan waktu terjadinya pasta semen sampai beton mengeras. Kekekalan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran dari kemampuan pengembangan dan mempertahankan volume setelah mengikat (Sari, 2017).

Menurut ASTM C191, Pengikatan adalah perubahan bentuk dari bentuk cair menjadi bentuk padat. Waktu ikatan awal semen (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya sedangkan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) adalah waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras. Waktu ikat awal semen didapat ketika penurunan mencapai 25 mm.

Pengujian Konsistensi Normal Semen adalah untuk menentukan persentase air yang dibutuhkan semen untuk melakukan proses hidrasi secara sempurna, yaitu sampai saat mortar mengeras. Kondisi sempurna terjadi ketika semen yang bercampur dengan air tidak mengalami kekurangan atau kelebihan kadar air. Berdasarkan ASTM C-195, pengujian dengan alat vicat diameter 10 mm, kadar air yang diinginkan adalah kadar air pada saat penurunan jarum 25 mm.



Gambar 3 Alat Ukur Vicat
(Sumber : Beton, 2022)

2.7 Tulang Ikan Tuna

Menurut (Nabil, 2005: 2) dalam (Syaifuddin, 2018) menjelaskan bahwa Tulang merupakan bentuk salah satu bentuk limbah yang dihasilkan dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium terbanyak dalam tubuh ikan. Dari sudut pandang pangan dan gizi, tulang ikan sangat kaya akan kalsium yang dibutuhkan manusia. Karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium fosfor dan karbonat. Dengan demikian limbah tulang ikan mempunyai potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan yang kaya akan kalsium.

Tulang ikan banyak mengandung kalsium dalam bentuk kalsium fosfat sebanyak 14% dari total susunan tulang. Bentuk kompleks kalsium fosfat ini terdapat pada tulang dan dapat diserap oleh tubuh dengan baik sekitar 60-70 % (Nabil, 2005: 19).

Ikan tuna merupakan salah satu ikan ekonomis penting. Ikan tuna pada umumnya dimanfaatkan untuk produksi pengalengan dan pembekuan. Produk beku dalam bentuk utuh maupun dalam bentuk loin beku. Produk ikan tuna beku sebagian besar hanya memanfaatkan daging ikannya saja, sedangkan sisa - sisa pemanfaatan lain berupa kepala, sirip dan tulang belum dimanfaatkan secara optimal. Saat ini kepala, sirip dan tulang hanya dibuat tepung ikan.



Gambar 4 Limbah Tulang Ikan Tuna
(Sumber : dokumentasi, 2022)

Tabel 7 Komposisi Yang Terkandung Dalam Tulang Ikan Tuna

Kandungan Kimia	% Kadar
(Ca)	34
(P)	15
Mg	0.5
Na	0.8
K	0.2
C	1.6
Cl	0.2
F	0.08
Zat sisa	447.62
Total	100

Sumber : Syaifuddin, 2018

Tabel 8 Perbandingan Kandungan Yang Terkandung Dalam Tepung Tulang Ikan Dan Semen Portland

No	Kandungan Dalam Tepung Tulang Ikan Tuna	Kadar %	Kandungan Semen Portland	Kadar %
1	Ca	34	Kapur (CaO)	60 – 67
2	Mg	0.5	Magnesium Oksida (MgO)	0.1 - 4.0
3	-	-	Silika (SiO ₂)	17 – 25
4	-	-	Alumina (Al ₂ O ₃)	3.0 - 8.0
5	-	-	Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	0.5 - 6.0
6	Na	0.8	Alkali (K ₂ O, Na ₂ O)	0.4 - 1.3
7	-	-	Sulfur Trioksida (SO ₃)	1.3 - 3.0
8	P	15	-	-
9	C	1.6	-	-
10	K	0.2	-	-
11	Cl	0.2	-	-
12	F	0.08	-	-
	Zat sisa	447.62	-	-

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa kandungan Kalsium (Ca) dalam tepung tulang ikan yang cukup tinggi yaitu 34 % sedangkan dalam kandungan semen *Portland* kandungan kalsium yang bereaksi dengan oksigen membentuk kapur (CaO) dengan kadar 60-67%, sehingga dengan penggunaan tepung tulang ikan sebagai bahan tambah semen yang dapat digunakan dalam campuran pembuatan mortar.

2.8 Faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar

Menurut (sulistio, 2020) perbedaan nilai kuat tekan mortar dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor.

1. Pertama yaitu perbandingan antara semen dan air.

Semakin banyak perbandingan pasir dalam satu semen, maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena semakin banyak pasir yang digunakan, maka pasta semen akan semakin sulit untuk melapisi permukaan pasir secara sempurna. Oleh karena itu, ikatan antara pasir dengan semen menjadi lemah. Lemahnya ikatan antara dua komponen ini mengakibatkan nilai kuat mortar berkurang.

2. Faktor kedua adalah properties atau karakteristik dari pasir itu sendiri

Diantara faktor yang mempengaruhi adalah gradasi dari kadar lumpur yang terdapat pada pasir. Semakin bervariasi ukuran butir pasir, maka semakin baik pula partikel-partikel pasir saling mengisi rongga dalam suatu campuran mortar. Hal ini mengakibatkan kuat tekan mortar semakin tinggi. Sebaliknya jika pasir digunakan memiliki gradasi yang seragam menyebabkan rongga dalam campuran mortar menjadi lebih banyak, sehingga kuat tekan mortar menurun. Kemudian faktor kadar lumpur dalam pasir juga mempengaruhi kuat tekan mortar. Semakin tinggi kadar lumpur yang terdapat pada semen menghalangi ikatan antara pasta semen dan pasir.

3. Faktor yang terakhir adalah proses pencampuran dan pepadatan

Homogenitas campuran dalam mortar juga berpengaruh jika pasir, semen dan air dalam adukan mortar tercampur secara merata, maka kuat tekan mortar yang dihasilkan semakin tinggi.

2.9 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) atau *water cement ratio* (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan:

$$\text{FAS (kg/l)} = \frac{\text{Berat Air (kg/m}^3\text{)}}{\text{Jumlah Semen (l/m}^3\text{)}} \quad (1)$$

Fungsi FAS, yaitu:

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan mortar.

2.10 Uji Workability Mortar Dan Beton

Salah satu atribut dasar dari setiap bahan semen, baik itu mortar atau beton, adalah *workability* atau "konsistensi" yaitu betapa mudahnya untuk mendorong satu arah, menarik yang lain, dan mengapung ke tingkat yang halus. *Workability* sangat ditentukan oleh kebasahan, seberapa basah mortar atau beton. Ini disebut sebagai "*slump*".

Semakin basah beton, semakin tinggi nilai slumpnya. Mortar atau beton dengan kadar air yang tinggi dikatakan memiliki *slump* yang tinggi, sedangkan beton yang kadar airnya rendah dikatakan memiliki *slump* yang rendah. Meskipun nilai *slump* sering dilihat sebagai indikasi kadar air, itu lebih sah ditafsirkan sebagai ukuran konsistensi.

Adapun standar nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan beton dapat dilihat berdasarkan tabel berikut:

Tabel 9 Nilai Slump untuk Berbagai Pekerjaan Beton

Uraian	Nilai <i>Slump</i>	
	Minimum	Maksimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	5.0	12.5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi dibawah tanah	2.5	9.0
Pelat, balok, kolom dan dinding	7.5	7.5
Pengerasan jalan	5.0	5.0
Pembetonan massal	2.5	2.5

Sumber : (Iskandar, Darmansyah Tjitradi, 2005)

2.11 Perawatan mortar (*Curing*)

Reaksi hidrasi yang terjadi pada saat pengerasan mortar tergantung pada ketersediaan air, meskipun pada keadaan normal, air tersedia dalam jumlah yang memadai untuk hidrasi peduli selama pencampuran, perlu adanya jaminan bahwa masih ada air yang tertahan atau jenuh untuk memungkinkan kelanjutan dari reaksi tersebut. Penguapan dapat menyebabkan suatu kehilangan air yang cukup berarti, sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi. Konsekuensinya akan mengurangi kekuatan mortar. Dapat ditambahkan juga bahwa penguapan dapat menyebabkan penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat, sehingga berakibat timbulnya tegangan tarik yang mungkin menyebabkan retak, kecuali bila mortar telah mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan tegangan ini. Oleh karena itu diperlukan suatu perawatan untuk mempertahankan mortar supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari atau beberapa minggu. Perawatan yang baik terhadap mortar akan memperbaiki beberapa segi dari kualitasnya.

Disamping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia, mortar juga lebih tahan terhadap aus dan lebih kedap air, serta lebih kecil kemungkinannya dirusak oleh agresi kimia. Ada berbagai cara dalam perawatan mortar, seperti perawatan dalam air (*water curing*), menutupi dengan bahan kedap air (*sealed*), dengan memberikan senyawa kimia dengan cara menyemprotkan ke permukaan mortar untuk menghambat penguapan air dari mortar dan lain-lain.

2.12 Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
Syarifuddin	2018	Pembuatan Dan Pengujian Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Limbah Tulang Ikan	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mortar yang diberi serbuk tulang ikan dengan variasi 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari campuran semen. Pengujian kuat tekannya menggunakan benda uji Cetakan sampel batako (berukuran panjang 30cm, lebar 10 cm dan tinggi 15 cm) pada umur 7 hari.	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap hasil uji kuat tekan batako dengan tambahan serbuk tulang ikan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut: Kandungan yang dimiliki oleh tulang ikan yaitu Batu kapur (CaO) 65%, seng oksida (ZnO) 11%, Besi (Fe ₂ O ₃) 22%, dan Cu ₄ O ₃ 2%. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan batako digunakan masing-masing komposisi serbuk tulang ikan yaitu 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% telah memenuhi nilai standar yaitu nilai kuat tekan pada komposisi 10% dan 15% hal ini sesuai dengan standar SNI 3-

Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
				0349-1989 kategori kelas IV dan kelas III tingkat mutu bata beton pejal dengan nilai 25 Kg/cm ² dan 40 Kg/cm ² .
Sahara	2019	Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Batako Dengan Penambahan Limbah Tulang Ikan	Pada penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap pembuatan batako, pengujian kuat tekan dan pengujian daya serap air. Pada tahap pembuatan batako, semua bahan- bahan dicampur dengan variasi kadar tepung tulang ikan dan kandungan Semen. Sampel uji terdiri dari 7 sampel dengan komposisi campuran B1 = 5% Tulang Ikan: 45 % Semen, B2 = 10 % Tulang Ikan : 40 % Semen, B3	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan 5% dan 10% tulang ikan ke dalam agregat campuran batako berpengaruh pada peningkatan nilai kuat tekan. Sebaliknya penambahan diatas 25 % mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan batako. Sampel B1, B2 dan B4 memenuhi standar Nasional Indonesia (SNI) beton kelas III dan IV. Daya Serap air untuk semua sampel rata-rata 10% dan memenuhi standar Nasional (SNI) penyerapan air yang nilainya maksimal 25%.

Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
			<p>= 15% Tulang Ikan : 35 % Semen, B4 = 20% Tulang Ikan : 30 % Semen, B5 = 25% Tulang Ikan : 25 % Semen, B6 = 30% Tulang Ikan: 20 % Semen, B7 = 35% Tulang Ikan : 15 % Semen. Komposisi air dan pasir dibuat konstan dengan campuran Pasir 40% : Air 10%. Ukuran batako berbentuk persegi panjang dengan ukuran Panjang 30 cm, lebar 10 cm dan tinggi 15 cm. Jumlah sampel uji sebanyak 21 buah dan dibiarkan mengering selama 21 hari.</p>	

Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
Agus Maryoto	2008	Pengaruh Penggunaan High Volume Fly Ash Pada Kuat Tekan Mortar	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu terbang (fly ash) terhadap kuat tekan dan efisiensi biaya pada pasangan batu dan plesteran (mortar). Benda uji kuat tekan berbentuk kubus ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat mortar berumur 7 dan 28 hari dengan kadar penambahan fly ash sebesar 30 %, 40 % dan 50 %. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1 : 6, 1 : 8 dan 1:10.</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan mortar dengan perbandingan semen dan pasir sebesar 1 : 6 memenuhi kuat tekan standar mortar tipe N. Mortar dengan perbandingan semen : pasir = 1 : 8 dan 1 : 10 tidak memenuhi standar kuat tekan standar mortar tipe N. Mortar dengan perbandingan semen dan pasir = 1 : 6 dengan kadar fly ash 50 % mempunyai efisiensi biaya Rp 58.030,- atau sekitar 32% dari harga mortar tanpa fly ash.</p>
Felisa Octaviani	2016	Pengujian Kuat Tekan Mortar Dan	<p>Penelitian dilakukan dengan tiga variasi ASP yaitu 10%, 15%, dan</p>	<p>pengujian yang dilakukan diperoleh berat isi maksimum 1616,894 kg/m³ untuk beton dan</p>

Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
Lomboan, Ellen J. Kumaat, dan Reky S. Windah		Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Ringan Batu Apung Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen	20% dari berat semen. Benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 100/200 mm dan mortar 50 x50 x 50 mm. Benda uji untuk masing-masing variasi berjumlah 4 untuk beton dan 5 untuk mortar, pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.	1388,64 kg/m ³ untuk mortar, dengan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari yaitu 14,05 MPa untuk beton pada ASP 0% dan 14,61 MPa untuk mortar pada ASP 15%. Penggunaan ASP pada beton menurunkan kuat tekan beton karena makin banyak kandungan ASP dalam campuran beton maka nilai FAS akan semakin besar disebabkan adanya penambahan air pada saat pencampuran.
Rizal Pratama Firyanto	2018	Pengaruh Kuat Tekan Mortar Campuran Silica Fume Sebagai Substitusi Semen (K-300) Dengan	Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan prosentase penambahan 0 %; 5 %; 8 %; 12 % dan 15 % dari berat semen, masing-masing variasi 3 buah dengan cetakan benda uji silinder berukuran Ø 60 mm x 120	Hasil yang diperoleh hasil kuat tekan maksimum prosentase 8% curing air PAM 312.574 Kg/cm ² sedangkan curing air Laut 294.881 Kg/cm ² . Tes resapan mortar terjadi penurunan penyerapan air pada umur 28 hari prosentase 15% sebesar 3.276 %.

Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
		Air Laut Sebagai Rendaman	mm. Pengujian untuk tes tekan mortar dilaksanakan pada umur umur 7, 14, 21 dan 28 hari curing air PAM dan Laut, Sedangkan untuk tes resapan mortar hanya umur 28 hari curing air PAM saja	

2.13 Kerangka Pikir

