

**KUAT TEKAN MORTAR DENGAN LIMBAH PECAHAN MARMER  
SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS**



**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konstruksi Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

**NURUL FAUZIAH**

**31220042**

**MUTIA DWITA PUTRI M.**

**31220049**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KONSTRUKSI SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**MAKASSAR**

**2023**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus” oleh Nurul Fauziah NIM 312 20 042 dan Mutia Dwita Putri M. NIM 312 20 049 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Program Studi Diploma III Teknik Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023

Menyetujui

Pembimbing I

Andi Batari Angka, S.T.,M.T.  
NIP. 19621127 198803 2 002

Pembimbing II

Martha Manganta, S.T.,M.T..  
NIP. 19641231 199003 2 004

Mengetahui

a.n Direktur

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Ujung Pandang

Dr. Andi Muhamad Subhan S., S.T., M.T.  
NIP. 19670530 199703 1 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu 23 Agustus 2023, tim penguji ujian sidang tugas akhir telah menerima hasil ujian siding tugas akhir mahasiswa Nurul Fauziah NIM 312 20 042 dan Mutia Dwita Putri M. NIM 312 20 049 dengan judul **Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus.**

Makassar, Agustus 2023

Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir :

- |                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 1. Ir.Aksan Djamal,S.T.        | Ketua        |
| 2. Ir.Nursamiah,S.T.,M.T.      | Sekretaris   |
| 3. Dr. Ir. Hasriana, M.T.      | Anggota      |
| 4. Andi Batari Angka,S.T.,M.T. | Pembimbing 1 |
| 5. Martha Manganta,S.T.,M.T.   | Pembimbing 2 |



(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat, rahmat, dan hanya dengan pertolongan-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi dan meraih gelar sarjana Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan judul “**KUAT TEKAN MORTAR DENGAN LIMBAH PECAHAN MARMER SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS**”.

Tugas Akhir ini tidak mungkin tersusun tanpa partisipasi dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan bimbingan, pikiran, dorongan serta petunjuk hingga selesaiannya tugas akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Ilyas Mansyur,M.T. selaku direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang;
2. Bapak Dr. Andi Muh.Subhan,S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang;
3. Bapak Jhon Asik, S.ST.,M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang;
4. Ibu Andi Batari Angka, S.T.,M.T. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing kami sejak awal hingga selesaiannya Tugas Akhir ini;

5. Ibu Martha Manganta, S.T.,M.T. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing kami sejak awal hingga selesaiya Tugas Akhir ini;
6. Para Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Politenik Negeri Ujung Pandang atas segala jerih payahnya dalam membimbing kami pada saat proses perkuliahan;
7. Ucapan terima kasih yang tak henti-hentinya kamu ucapkan kepada Orang Tua beserta keluarga besar yang senantiasa mengirimkan doa yang berharga serta dukungan baik secara moril maupun materil;
8. Saudara-saudari kami NIVO20 dan khususnya sahabat kami BELPA yang telah berjuang bersama semasa perkuliahan serta memberikan doa serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;

Penulis telah berusaha sebaik mungkin dalam penulisan tugas akhir ini, namun penulis menyadari masih adanya kekurangan.

Akhir kata penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bidang kesipilan.

Makassar, Agustus 2023

**Penulis**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
RINGKASAN .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Mortar.....	6
2.3 Material Mortar .....	9
2.4 Pemeriksaan Karakteristik Material .....	14
2.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar .....	21
BAB III METODE PENELITIAN .....	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	25

3.4 Teknik Analisis Data.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Hasil Pengujian .....	37
4.2 Komposisi Campuran Mortar.....	41
4.3 Waktu Pengikatan Mortar .....	42
4.4 Pengujian Kuat Tekan Mortar .....	46
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>L1</b>



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Gradasi Agregat untuk Adukan.....	11
Tabel 2 Daerah Penghasil Batu Marmer .....	14
Tabel 3 Jumlah Benda Uji per Variasi Komposisi .....	34
Tabel 4 Data Hasil Pengujian Karakteristik Pasir.....	37
Tabel 5 Data Hasil Uji Gradasi Agregat Halus (Pasir Alam).....	38
Tabel 6 Data Hasil Pengujian Karakteristik Limbah Pecahan Marmer .....	39
Tabel 7 Data Hasil Uji Gradasi Pasir Olahan ( Limbah Pecahan Marmer) .....	39
Tabel 8 Data Hasil Pengujian Karakteristik Semen .....	41
Tabel 9 Komposisi Campuran 18 Benda Uji Kubus Mortar Perbandingan 1:3 ....	41
Tabel 10 Komposisi Campuran 18 Benda Uji Kubus Mortar Perbandingan 1:4	42
Tabel 11 Komposisi Campuran 18 Benda Uji Kubus Mortar Perbandingan 1:5	42
Tabel 12 Hasil Uji Waktu Pegikatan Mortar Perbandingan 1:3.....	43
Tabel 13 Hasil Uji Waktu Pengikatan Mortar Perbandingan 1:4.....	43
Tabel 14 Hasil Uji Waktu Pengikatan Mortar Perbandingan 1:5.....	44
Tabel 15 Rekapitulasi Hasil Uji Waktu Pengikatan Mortar.....	44
Tabel 16 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar .....	46

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1 Kondisi Sampel Berat Jenis.....	29
Gambar 2 Bagan Alir Penelitian .....	36
Gambar 3 Grafik Gradasi Pasir .....	38
Gambar 4 Grafik Gradasi Limbah Pecahan Marmer .....	40
Gambar 5 Grafik Hubungan Waktu Penurunan dengan Variasi Persentase Limbah Pecahan Marmer terhadap Waktu Pengikatan Mortar .....	45
Gambar 6 Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Persentase Limbah Pecahan Marmer terhadap Kuat Tekan Mortar .....	47



# **KUAT TEKAN MORTAR DENGAN LIMBAH PECAHAN MARMER**

## **SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS**

### **RINGKASAN**

Perkembangan yang terjadi pada dunia konstruksi sangat pesat. Hal ini juga berdampak pada bertambahnya jumlah penggunaan mortar sebagai salah satu material konstruksi. Mortar berfungsi sebagai matrik pengikat bagian penyusun suatu konstruksi baik yang bersifat struktural maupun nonstruktural, harus bersifat awet/tahan lama, mudah dikerjakan dan tahan terhadap unsur perusak. Standar spesifikasi mortar mengacu pada kuat tekannya yang dipengaruhi oleh jumlah semen dalam campuran, faktor air semen dan perbandingan volume semen dan pasir. Limbah pecahan marmer adalah salah satu limbah yang sedang banyak diupayakan penangannya. Berdasarkan beberapa penelitian, limbah pecahan marmer sangat potensial sebagai alternatif pada pembuatan bahan bangunan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah limbah pecahan marmer memenuhi syarat sebagai agregat halus untuk adukan mortar dan untuk mengetahui perbandingan kuat tekan mortar normal dengan kuat tekan mortar limbah pecahan marmer sebagai substitusi agregat halus. Mortar yang dibuat berukuran  $5 \times 5 \times 5$  cm dengan komposisi campuran 1:3, 1:4, 1:5 dan persentase pasir marmer pada masing-masing komposisi campuran yaitu 0%, 10%, 20% dan 30% dimana jumlah benda uji total keseluruhan adalah 216 buah.

Dengan melalui pemeriksaan karakteristik material dan kuat tekan mortar, diperoleh hasil bahwa limbah pecahan marmer memenuhi syarat sebagai agregat halus. Adapun hasil pengujian kuat tekan mortar untuk komposisi 1:3, diperoleh nilai kuat tekan mortar dengan substitusi limbah pecahan marmer sebagai agregat halus lebih tinggi dibandingkan dengan mortar normal dengan kadar optimum penambahan limbah pecahan marmer adalah 20%, dan untuk komposisi 1:4 dan 1:5 diperoleh nilai kuat tekan mortar normal lebih tinggi dibandingkan mortar dengan substitusi limbah pecahan marmer sebagai agregat halus.

Kata Kunci : Mortar, Kuat Tekan Mortar, Limbah Pecahan Marmer.

## **BAB I** **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan yang terjadi pada dunia konstruksi di Indonesia telah meningkat sangat pesat. Hal ini juga berdampak pada bertambahnya jumlah penggunaan mortar sebagai salah satu material konstruksi. Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri atas semen, air dan agregat halus dengan komposisi tertentu. Standar spesifikasi mortar mengacu pada kuat tekannya. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh jumlah semen dalam campuran, faktor air semen (FAS) dan perbandingan volume semen dan pasir. Mortar dalam kegunaannya di tengah masyarakat memiliki peranan penting dalam pelaksanaan pembangunan.

Fungsi mortar adalah sebagai matrik pengikat bagian penyusun suatu konstruksi baik yang bersifat struktural maupun non struktural. Penggunaan mortar untuk konstruksi yang bersifat struktural misalnya mortar pasangan batu belah untuk struktur pondasi dan tanggul penahan, sedangkan yang bersifat non struktural misalnya mortar pasangan batu bata untuk dinding pengisi. Dilihat dari fungsinya, mortar yang baik harus awet/tahan lama, mudah dikerjakan, dan tahan terhadap unsur perusak.

Di sisi lain, untuk memenuhi kebutuhan akan bahan bangunan sering kali menimbulkan limbah. Limbah yang terbentuk dari proses pengolahan bahan bangunan tentunya akan menjadi masalah yang berkaitan dengan aspek lingkungan. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri

maupun domestik (rumah tangga). Salah satu limbah yang sedang banyak diupayakan penanganannya adalah limbah pecahan marmer. Beberapa daerah di Sulawesi Selatan memiliki gunung-gunung marmer yang telah diolah dan menyisakan potongan-potongan marmer yang tidak digunakan lagi. Kabupaten Pangkep merupakan salah satu daerah penghasil marmer di Indonesia.

Pada umumnya limbah ini sudah dimanfaatkan oleh masyarakat tetapi tidak mempunyai nilai ekonomis yang tinggi atau murah karena jumlahnya yang berlimpah. Untuk mengatasi masalah ini perlu dicari dan dikembangkan teknologi pemanfaatan limbah untuk dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang ramah lingkungan. Beberapa penelitian tentang material limbah pecahan marmer ini telah dilakukan. Dari hasil beberapa penelitian sebelumnya ternyata material limbah pecahan marmer sangat potensial untuk terus dikembangkan sebagai bahan alternatif pada pembuatan bahan bangunan karena selain ketersediaan limbah pecahan marmer ini cukup banyak juga terbukti bisa dipakai sebagai bahan pengganti material seperti pasir dan semen yang mampu meningkatkan mutu bahan bangunan.

Berdasarkan hal tersebut peneliti berinisiatif untuk melakukan penelitian dengan judul “Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus.”

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini:

1. Apakah limbah pecahan marmer memenuhi syarat sebagai agregat halus untuk adukan mortar?
2. Bagaimana perbandingan kuat tekan mortar normal dengan kuat tekan mortar limbah pecahan marmer sebagai substitusi agregat halus?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui apakah limbah pecahan marmer memenuhi syarat sebagai agregat halus untuk adukan mortar.
2. Mengetahui perbandingan kuat tekan mortar normal dengan kuat tekan mortar limbah pecahan marmer sebagai substitusi agregat halus.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Diharapkan dari penelitian yang dilakukan ini agar memberi manfaat sebagai berikut :

1. Mengembangkan bahan baku limbah pecahan marmer.
2. Memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah marmer sebagai material alternatif pada mortar dan sebagai upaya pemanfaatan limbah industri dan masyarakat.
3. Sebagai bacaan atau literatur bagi peneliti selanjutnya.

## **1.5 Batasan Masalah**

Agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan sesuai sasaran yang ingin dicapai, maka penelitian ini memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Penelitian ini menggunakan limbah pecahan marmer sebagai substitusi sebagian pasir dalam pembuatan mortar.
3. Pembuatan sampel berbentuk kubus dengan ukuran  $5 \times 5 \times 5$  cm.
4. Limbah pecahan marmer yang digunakan berasal dari limbah hasil pengolahan pabrik marmer di Kab.Pangkep.
5. Semen yang digunakan adalah semen portland komposit (PCC) merk Tonasa.
6. Agregat halus yang digunakan berasal dari Quary Bili-Bili.
7. Besar substitusi serbuk marmer sebagai pengganti pasir sebesar 10%, 20%, 30% dalam pembuatan mortar.
8. Komposisi campuran mortar adalah berdasarkan SNI 03-6825-2002.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Sebelumnya**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian yang mengenai penggunaan limbah mamer sebagai bahan substitusi.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahmat Andriawan Saputra (2020), dengan judul Pengaruh Serbuk Marmer sebagai Pengganti sebagian Agregat Halus terhadap Daya Serap dan Kuat Tekan Paving Block, menghasilkan persentase pergantian serbuk marmer untuk kuat tekan maksimal pada paving block adalah 40% dengan nilai kuat tekan 34,75 Mpa. Adapun persentase pergantian serbuk marmer yang menghasilkan daya serap minimal pada paving blok yaitu 40% dengan nilai serap 4,053%.

Ahmad,dkk, (2021), dalam penelitian Inovasi Beton Kuat Tekan Awal Tinggi yang Memadat Sendiri menggunakan Limbah Abu Marmer, menghasilkan bahwa limbah abu marmer dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus. Pengaruh limbah abu marmer yaitu tidak terjadi penurunan kekuatan dan bahkan meningkatkan workability jika dibandingkan dengan beton tanpa limbah abu marmer. Kadar optimal yang dapat digantikan oleh limbah marmer adalah 30% dari volume

agregat hasil.

Muh.Fadhlwan,dkk (2022), dalam penelitian Analisa Kuat Tekan Substitusi Limbah Lempung Marmer sebagai Mortar Plasteran Drainase, menghasilkan bahwa persentase substitusi limbah lempung marmer sebagai sebagian mortar plasteran drainase yang menghasilkan kuat tekan maksimal yaitu pada substitusi 20% sebesar 8,73 Mpa dengan nilai resapan sebesar 86,44 g/mm<sup>2</sup>.

Muhammad Idris dkk, (2017), dalam penelitian berjudul Analisis Kualitas Mortar yang Ditambahkan Abu Terbang (Fly Ash) sebagai Pengganti Sebagian Semen, menyimpulkan bahwa penggunaan fly ash dengan persentase 10%, 20%, dan 30% menyebabkan peningkatan konsistensi mortar sehingga kebutuhan air dapat dikurangi dan menyebabkan waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir mortar makin lambat. Nilai kuat tekan mortar pada umur 7 hari untuk M0, M10, M20, dan M30 berturut-turut adalah 14,50 MPa, 13,86 MPa, 13,67 MPa, 12,91 MPa. Pada umur 28 hari kuat tekan mortar untuk M0, M10, M20, M30 berturut-turut adalah 19,71 MPa, 18,06 MPa, 18,79 MPa, dan 20,84 MPa.

## 2.2 Mortar

Mortar adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, bahan pengikat dan air dengan cara diaduk sampai homogen. Mortar sering digunakan sebagai bahan plesteran, pekerjaan pasangan dan banyak pekerjaan lainnya. Bahan perekat yang

digunakan dapat bermacam - macam, yaitu tanah liat, kapur, semen merah (bata merah yang dihaluskan) maupun semen portland (Tjokrodimuljo,K. 1996)

### 2.2.1 Jenis-Jenis Mortar

Tjokrodimulyo (2007) membagi mortar berdasarkan jenis bahan ikatnya menjadi empat macam :

a. Mortar Lumpur

Mortar lumphur dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air. Pasir, tanah liat dan air tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai kelecekan yang cukup baik. Jumlah pasir harus diberikan secara tepat untuk memperoleh adukan yang baik. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak - retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat. Mortar ini biasanya dipakai sebagai bahan tembok atau bahan tungku api di desa.

b. Mortar Kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Kapur dan pasir mula - mula dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya agar diperoleh adukan yang cukup baik (mempunyai kelecekan baik). Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir umumnya dipakai 2 atau 3 kali volume kapur. Mortar ini biasa dipakai untuk pembuatan tembok bata.

c. Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari campuran pasir, semen portland dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1:2 dan 1:6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya lebih besar dari pada kedua mortar terdahulu. Oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air maka juga dipakai untuk bagian luar dan yang berada dibawah tanah. Pasir dan semen mula - mula dicampur secara kering sampai merata diatas suatu tempat yang rata dan rapat air. Kemudian sebagian air yang diperlukan ditambahkan kemudian diaduk lagi.

d. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibers*, *jute fibers* (serat rami), butir kayu, serbuk gergajian kayu dan sebagainya. Mortar ini digunakan untuk bahan isolasi panas atau peredam suara. Selain itu juga ada mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata-api dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata-api. Mortar ini biasanya dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

### 2.2.2 Sifat-Sifat Mortar

Mortar harus memenuhi standar untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Mortar yang baik menurut Tjokrodimuljo (2007:80) harus memenuhi sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Murah
- b. Tahan lama (awet) dan tidak mudah rusak oleh pengaruh cuaca.
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang dan diratakan).
- d. Melekat dengan baik dengan bata, batako, batu dan sebagainya.
- e. Cepat kering dan keras.
- f. Tahan terhadap rembesan air.
- g. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

Yang perlu diperhatikan dalam mortar adalah :

- a. Mudah dikerjakan (*workability*).
- b. Sifat penyusutan (*shrinkage*) yang kecil.
- c. Kekuatan (*strength*) yang cukup.

Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingan antara bahan-bahan penyusunnya. Pada umumnya kuat tekan mortar semen berkisar antara 3 – 17 Mpa, sedangkan mortar kapur antara 0,4 – 1,7 Mpa. Mortar semen mempunyai berat jenis antara 1,80 – 2,20 Mpa, adapun mortar kapur 1,80 – 1,90 Mpa.

### 2.3 Material Mortar

Kualitas dan mutu mortar ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, 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 dasar penyusun mortar adalah sebagai berikut :

### 2.3.1 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*).

Persyaratan agregat halus untuk adukan mortar menurut SNI 03-6820-2002 adalah sebagai berikut :

#### 1. Bentuk dan ukuran

Bentuk dan ukuran agregat untuk adukan harus memenuhi :

- a. Agregat halus alami hasil disintegrasi batu alam.
- b. Agregat halus hasil olahan diproses khusus sehingga bentuk dan ukuran sesuai dengan persyaratan sifat fisik agregat untuk adukan.
- c. Agregat yang berbutir bulat dan berukuran seragam tidak boleh digunakan.

#### 2. Unsur Perusak

Unsur perusak yang terkandung dalam agregat harus dibatasi sebagai berikut :

- a. tidak mengandung zat organik.
- b. kadar lumpur maksimum 5 %
- c. bebas dari kotoran yang dapat merusak warna.

#### 3. Sifat Fisik

Sifat fisik agregat untuk adukan harus memenuhi syarat berdasarkan tabel gradasi agregat berikut.

Tabel 1 Gradasi Agregat untuk Adukan

Saringan	Persen Lelos	
	Pasir Alam	Pasir Olahan
No. 4 (4,76 mm)	100	100
No. 8 (2,36 mm)	99 – 100	95 – 100
No. 16 (1,18 mm)	70 – 100	70 – 100
No. 30 (600 mm)	40 – 75	40 – 75
No. 50 (300 mm)	10 – 35	20 – 40
No. 100 (150 mm)	2 – 15	10 – 25
No. 200 (75 mm)	0	0 – 10

Sumber SNI 03-6820-2002

#### 4. Syarat Agregat Halus

Syarat agregat halus dalam adukan harus sebagai :

- a. bahan pengisi.
- b. penahan penyusutan.
- c. penambah kekuatan.

##### 2.3.2 Semen

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu (SNI 15-2049-2004). Fungsi semen adalah untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak / padat. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat.

Semen portland komposit merupakan salah satu jenis semen yang banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi umum seperti: pekerjaan mortar, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti mortar pracetak, mortar pratekan, panel mortar, bata mortar (paving block) dan sebagainya.

Berdasarkan SNI 15 2049 2004 Semen Portland dan ASTM C 150 membagi kembali semen menjadi beberapa tipe yaitu :

1. Semen Tipe I yaitu semen untuk keperluan umum.
2. Semen Tipe II yaitu semen dengan ketahanan sulfat sedang.
3. Semen Tipe III yaitu semen dengan kekuatan awal tinggi.
4. Semen Tipe IV yaitu semen dengan panas hidrasi rendah.
5. Semen Tipe V yaitu semen dengan ketahanan sulfat tinggi.

### 2.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen. Kualitas air mempengaruhi kekuatan mortar, maka kemurnian dan kualitas air untuk campuran mortar perlu mendapat perhatian. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya, beton yang dihasilkan akan kurang keuatannya. (Nawy, 1998)

Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia yang terjadi antara semen dan air yang menyebabkan campuran tersebut menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tersebut. Berdasarkan PBI 1971 N-2

air untuk perawatan dan pembuatan mortar tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organik, atau bahan lain yang dapat merusak mortar atau tulangannya.

Umumnya pekerja proyek di lapangan memanfaatkan air apa saja yang ada di lokasi untuk mencampur mortar, padahal dalam pembuatannya disyaratkan untuk menggunakan air bersih yang layak minum, bebas dari minyak, asam, alkali, zat organik, atau material beracun, serta zat/ bahan lain yang sifatnya merusak mortar atau semua logam yang terdapat di dinding.

#### 2.3.4 Limbah Pecahan Marmer

Keputusan Menperindag RI No.231/MPP/Kep/7/1997 Pasal I tentang prosedur impor limbah, menyebut bahwa limbah adalah barang atau bahan sisa dan bekas dari kegiatan atau proses produksi yang fungsinya sudah berubah. Salah satu limbah yang sedang banyak diupayakan penangannya adalah limbah pecahan marmer.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia marmer adalah batuan metamorf terdiri dari mineral karbonat yang mengkristal kebanyakan kalsit dan dolomit. Marmer merupakan batuan hasil proses metamorfosa atau peralihan dari batu gamping. Marmer banyak digunakan untuk bangunan seperti ubin lantai, dinding, dekorasi atau hiasan, ornament dan perabot rumah tangga.

Limbah batu marmer adalah sisa limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan batu marmer yang tidak dimanfaatkan. Perlu dilakukan suatu upaya pemanfaatan limbah batu marmer menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Limbah

marmer yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah hasil pemotongan (*block cutting*) dan pemolesan batu marmer.

Batu marmer diangkut ke lokasi pengolahan setelah dilakukan pemotongan terlebih dahulu, pemotongan batuan marmer menggunakan alat (*wire sawing*) atau kadang menggunakan bahan peledak, hasil pemotongan berupa bongkahan batuan persegi. Batu marmer yang masih berupa bongkahan persegi kemudian dipotong dengan mesin (*block cutting*) sesuai ukuran yang diinginkan. Batu marmer yang telah dipotong selanjutnya masuk ketahapan proses pengolahan berupa proses pemolesan, pengeringan dan tahap pemotongan terakhir.

Di Indonesia penyebaran marmer cukup banyak. Bahan galian batu marmer di Indonesia dapat ditemukan pada beberapa provinsi diantaranya yaitu :

Tabel 2 Daerah Penghasil Batu Marmer

No	Nama Provinsi	Nama Daerah
1	Sulawesi	Tonasa
2	Sumatra Utara	Pulau Nias
3	Sumatra Barat	Sijujung dan Solok Tanjung Kemala, Padang Cermin dan daerah Lampung Palimanan G.Kromong dekat Cirebon
4	Jawa Barat	Citatah dan Sukabumi
5	Jawa Tengah	Purwokerto dan Bayat Klyaeen
6	Jawa Timur	Panggul (Madura), Besole (Tulung Agung) dan Campur darat

Sumber : Sukandarrumidi,1999

## 2.4 Pemeriksaan Karakteristik Material

### 2.4.1 Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan ini dilakukan pada material agregat halus (pasir) dan limbah marmer. Limbah marmer terlebih dahulu dihaluskan hingga lolos saringan no.4 (4,75 mm).

### 1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan (SNI 03-1970-2008)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis dan persentase berat air yang dapat diserap oleh agregat halus yang dihitung terhadap berat keringnya.

- a) Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh.
- b) Berat kering permukaan jenuh (SSD) ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh.
- c) Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering. Adapun berat jenis yang diisyaratkan untuk agregat halus yaitu 1,6 - 3,2.
- d) Penyerapan (*Absorpsi*) ialah persentase berat air yang dapat diserap oleh pori terhadap berat agregat kering yang dinyatakan dalam persen. Penyerapan diisyaratkan untuk agregat halus yaitu 0,2 – 2 %.

Berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis kering (curah)} &= \frac{Bk}{B + 500 - Bt} \\ \text{Berat jenis kering SSD} &= \frac{500}{B + 500 - Bt} \\ \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{B + Bk - Bt}\end{aligned}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{500 - Bt}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan :

Bt : Berat piknometer + air + benda uji (agregat halus)

B : Berat piknometer + air

Bk : Berat kering oven

## 2. Pemeriksaan Kadar Air (SNI 03-1971-2011)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui persentase kadar air yang terkandung dalam agregat halus. Kadar air agregat merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dalam persen ( % ). Berat air yang terkandung dalam agregat, besar pengaruhnya pada pekerjaan yang menggunakan agregat terutama beton. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan mix design menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton pada saat akan dilakukan pengecoran di lapangan.

Rumus :

Kadar Air ( W )

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \%$$

Kadar Air Rata-rata

$$W = \frac{W_I + W_{II}}{2}$$

Dimana :

W = Kadar air ( % )

W<sub>1</sub> = Benda uji basah (gr)

W<sub>2</sub> = Benda uji kering (gr)

### 3. Pemeriksaan Analisa Saringan (SNI 03-1968-1990)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan gradasi agregat halus dan untuk mendapatkan gradasi sesuai yang diinginkan. Untuk agregat halus susunan besar butir agregat mempunyai syarat modulus kehalusan  $2,2 - 3,1$ .

Batas-batas gradasi yang baik untuk campuran beton di bagi menjadi 4 zone yaitu :

- a) Zone I = Merupakan batas gradasi pasir yang ukuran butirannya halus, tetapi masih memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton.
- b) Zone II = Merupakan batas gradasi yang mempunyai butiran yang agak halus dan merupakan agregat halus.
- c) Zone III = Merupakan batas gradasi distribusi pasir yang agak halus dan bila digunakan untuk campuran beton membutuhkan semen yang lebih banyak disbandingkan dengan zone II.
- d) Zone IV = Batas gradasi butir pasir yang halus dan masih diizinkan untuk campuran beton yang mutunya tidak terlalu tinggi dan membutuhkan semen yang lebih banyak dari Zone III.

Rumus :

$$\% \text{ tertahan} = \frac{\text{Berat tertahan}}{\sum \text{Berat tertahan}} \times 100\%$$

Komulatif Tertahan = % Tertahan sesudah + % Tertahan sebelum

% Lolos =  $100\% - \% \text{ Komulatif Tertahan}$

$$MK = \frac{\sum \text{Komulatif \% tertahan sampai saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

### 4. Pemeriksaan Kadar Lumpur (SNI 03-4428-1997)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus. Agregat yang cocok untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi adalah yang bebas dari lempung, lanau dan bahan-bahan organik yang mengurangi kekuatannya. Adapun syarat kandungan dari kadar lumpur yang diperbolehkan untuk agregat halus yaitu  $\leq 5\%$ , bila lebih besar dari yang disyaratkan, maka agregat halus harus dicuci sebelum digunakan untuk campuran beton.

Rumus:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$$

Dimana:

$W_1$  = Berat kering oven sebelum dicuci (gr)

$W_2$  = Berat kering oven setelah dicuci (gr)

## 5. Pemeriksaan Kadar Organik (SNI 03-2816-2014)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui adanya kadar organik yang terdapat dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai campuran mortar. Kadar organik sangat mempengaruhi kualitas material, dalam hal ini adalah pasir. Kadar organik merupakan senyawa yang terdapat dalam material yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup yang bersenya-wa didalamnya. Berhubungan dengan konstruksi sipil maka pada kadar tertentu unsur organik merupakan unsur yang merugikan.

### 2.4.2 Pemeriksaan Semen

#### 1. Pemeriksaan Berat Jenis Semen (SNI 15-2531-1991)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis semen portland. Berat jenis semen adalah perbandingan antara berat isi kering semen pada suhu kamar dengan berat isi kering air suling pada suhu 4°C yang isinya sama dengan isi semen.

Dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$BJ = \frac{W}{(V_2 - V_1)} \times d$$

Dimana :

BJ = Berat jenis semen (gr/ml)

W = Berat semen (gr)

$V_1$  = Volume dalam botol *Le Chatelier* berisi minyak tanah pada suhu 4°C (ml)

$V_2$  = Volume dalam botol *Le Chatelier* berisi minyak tanah + semen pada suhu 4°C (ml)

d = Massa jenis air pada suhu ruang tetap 4°C (nilainya = 1)

## 2. Pemeriksaan Konsistensi Normal Semen (SNI 03-6826-2002)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui banyaknya air yang digunakan mencampur semen sehingga diperoleh konsistensi normal. Konsistensi normal semen adalah suatu konsistensi atau kondisi standar yang menunjukkan kebasahan pada semen. Kebutuhan air yang sesuai dalam pencampuran semen penting sebab jika terlalu banyak air akan encer sehingga penyebarannya akan terlalu cepat. Sebaliknya, apabila air yang dicampurkan sedikit maka campuran akan menjadi kental dan sulit terjadi penyebaran campuran.

Berdasarkan SNI 03-6826-2002 konsistensi normal pada pengujian *flow table* akan dicapai jika nilai pengujian telah memenuhi flow yang disyaratkan yaitu 110 – 120%.

Rumus :

$$KN = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100\%$$

$$D_1 = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4}$$

Dimana :

KN = Konsistensi Normal (%)

D<sub>1</sub> = Diameter rata-rata pasta semen setelah diketuk 25 kali dalam 15 detik (cm)

D<sub>0</sub> = Diameter dalam cincin konik (cm)

### 3. Pemeriksaan Waktu Pengikatan (SNI 03-6827-2002)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir semen setelah dicampur dengan air. Waktu pengikatan semen terdiri dari :

- Waktu pengikatan awal (*initial setting time*) yaitu yang dibutuhkan pada saat pencampuran air dan semen sampai campuran tersebut berubah sifat plastisnya.
- Waktu pengikatan akhir (*final setting time*) yaitu waktu yang dibutuhkan pada saat pencampuran semen dan air sampai campuran berubah menjadi sangat keras sehingga jarum vicat tidak dapat menembus pasta semen.

Berdasarkan SNI waktu pengikatan awal terjadi apabila jarum vicat menembus pasta semen pada kedalaman 25 mm dan waktu minimum untuk pengikatan awal yaitu 45 menit, sedangkan waktu pengikatan akhir terjadi apabila

jarum vicat tidak dapat menembus pasta semen dan waktu maksimum untuk pengikatan akhir yaitu 360 menit.

## 2.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji mortar hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan merupakan sifat yang paling penting bagi mortar ataupun beton. Kuat tekan dimaksud sebagai kemampuan suatu material untuk menahan suatu beban tekan. Berdasarkan SNI 03-6825-2002, kuat tekan mortar dapat dihitung dengan rumus :

$$f'm = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$f'm$  = Kuat tekan mortar (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang yang menerima beban ( $\text{mm}^2$ )

Umur benda uji ditetapkan berdasarkan ketentuan yang berlaku, jika tidak ada ketentuan lain, benda uji dapat diuji setelah mencapai umur 3,7, 14, 21 dan 28 hari. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan pasta dan mortar diantaranya adalah faktor air semen, jumlah semen, umur mortar, dan sifat agregat.

a. Faktor air semen (f a s)

Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran pasta atau mortar. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai f.a.s maka semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian,

nilai f.a.s. yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai f.a.s. yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam penggerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

b. Jumlah Semen

Pada mortar dengan f.a.s sama, mortar dengan kandungan semen lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang banyak, demikian pula pastanya, menyebabkan kandungan pori lebih banyak daripada mortar dengan kandungan semen yang lebih sedikit. Kandungan pori inilah yang mengurangi kekuatan mortar. Jumlah semen dalam mortar mempunyai nilai optimum tertentu yang memberikan kuat tekan tinggi.

c. Umur Mortar

Kekuatan mortar akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana pada umur 28 hari pasta dan mortar akan memperoleh kekuatan yang diinginkan.

d. Sifat Agregat

Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kekuatan ialah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk dari agregat akan berpengaruh terhadap interlocking antar agregat.

Menurut ASTM C 270 standar mortar berdasarkan kekuatannya dibedakan sebagai berikut :

a. Mortar tipe M

Mortar tipe M adalah adukan dengan kuat tekan yang tinggi, dipakai untuk dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan pasangan

pipa air kotor, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan. Kuat tekan minimumnya adalah 17,5 Mpa .

b. Mortar tipe S

Mortar tipe S adalah adukan kuat tekan sedang, dipakai bila tidak disyaratkan menggunakan tipe M, tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya gaya samping. Kuat tekan minimumnya adalah 12,4 Mpa .

c. Mortar tipe N

Mortar tipe N adalah adukan dengan kuat tekan sedang, dipakai untuk pasangan terbuka diatas tanah. Kuat tekan minimumnya adalah 5,25 Mpa.

d. Mortar tipe O

Mortar tipe O adalah adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk konstruksi dinding yang tidak menahan beban yang lebih dari 0,7 MPa dan gangguan cuaca tidak berat. Kuat tekan minimumnya adalah 2,45 MPa .

e. Mortar tipe K

Mortar tipe K adalah adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk pasangan dinding terlindung dan tidak menahan beban, serta tidak ada persyaratan mengenai kekuatan. Kuat tekan minimumnya adalah 0,525 MPa.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Proses penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu penelitian berlangsung selama kurang lebih empat bulan, sejak bulan Maret hingga Juli 2023.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Adapun alat-alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa :

##### **3.2.1 Alat**

1. Timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram
2. Alat penghalus
3. Saringan no.200 (komposisi agregat halus sesuai dengan standar)
4. Wadah
5. Gelas ukur
6. Mesin pengaduk
7. Spatula
8. *Flow table*
9. Penggaris
10. Cetakan
11. Oven
12. Mesin kuat tekan

### 3.2.2 Bahan

1. Limbah Marmer dari PT. GMR (Gunung Marmer Raya) di Kab.Pangkep
2. Pasir dari daerah Bili-Bili Kab.Gowa
3. Semen PCC merk Tonasa
4. Air (dari daerah Makassar/air PAM)
5. Vaseline

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian laboratorium. Metode ini dilakukan dengan cara menguji langsung bahan-bahan yang akan digunakan.

Data yang dibutuhkan:

- a. Data Pengujian Karakteristik Agregat Halus

Kegiatan pengujian sifat bahan agregat halus (pasir) dan limbah marmer dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik agregat halus tersebut, apakah mempunyai karakteristik yang memenuhi spesifikasi yang digunakan.

Adapun rincian pengujian karakteristik agregat halus sebagai berikut:

1. Pemeriksaan kadar air (berdasarkan SNI 03-1971-1990)
  2. Pemeriksaan kadar lumpur (berdasarkan SNI 03-4428-1997)
  3. Pemeriksaan analisa saringan (berdasarkan SNI 03-1968-1990)
  4. Pemeriksaan Kadar Organik (SNI 03-2816-2014)
  5. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan (SNI 03-1970-2008)
- b. Data Pengujian Karakteristik Semen

Data ini diperoleh dari pengujian karakteristik semen, yaitu :

1. Pemeriksaan berat jenis semen (SNI 15-2531-1991)
2. Pemeriksaan waktu pengikatan (SNI 03-6827-2002)
3. Pemeriksaan konsistensi mortar (SNI 03-6826-2002)

Adapun prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

1. Pengujian Karakteristik Agregat Halus
  - a. Pemeriksaan Kadar Air

Langkah kerja pengujian kadar air :

1. Mengambil benda uji agregat halus ( pasir ) dilapangan.
2. Menimbang benda uji dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, kemudian mencatat hasilnya (  $W_1$  ).
3. Mengeringkan sampel yang telah dimasukkan kedalam wadah dengan memasukkan kedalam oven selama  $\pm 24$  jam dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$ .
4. Setelah  $\pm 24$  jam sampel dikeluarkan dan didinginkan.
5. Menimbang kembali benda uji kering oven, kemudian mencatat hasilnya (  $W_2$  ).

- b. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Langkah kerja pengujian kadar lumpur :

1. Menimbang benda uji  $\pm 1000$  gr dimasukkan kedalam cawan dan dikeringkan didalam oven selama  $\pm 24$  jam dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$ .
2. Mengeluarkan agregat halus yang telah kering didalam oven dan menyaring agregat halus dengan saringan No.4 kemudian menimbang beratnya sebagai berat awal (  $W_1$  ).

3. Mencuci agregat halus diatas saringan No.200 sampai air cuciannya jernih.
  4. Agregat halus yang tertahan disaringan No.200 dioven selama  $\pm$  24 jam dengan suhu  $110^0\text{C}$ .
  5. Mengeluarkan agregat halus dari dalam oven dan menimbang beratnya sebagai berat kering ( $W_2$ ).
  6. Melakukan pengujian sebanyak dua sampel, dan mencatat nilai rata-rata kadar lumpurnya.
- c. Pemeriksaan Analisa Saringan

Langkah kerja :

1. Menyiapkan agregat halus yang telah dioven  $\pm$  24 jam dengan suhu  $\pm 110^0\text{C}$ .
2. Menimbang 2 sampel yang akan diuji masing-masing sebanyak 2500 gr.
3. Menyusun saringan sesuai spesifikasi ( dari lubang saringan besar kekecil).
4. Memasukkan agregat halus kedalam saringan.
5. Mengayak agregat halus dengan menggunakan alat penggetar selama  $\pm$  15 menit.
6. Mendiamkan benda uji sejenak dan menghilangkan debu yang betherangan.
7. Menimbang agregat halus yang tertahan diatas tiap saringan.

d. Pemeriksaan Kadar Organik

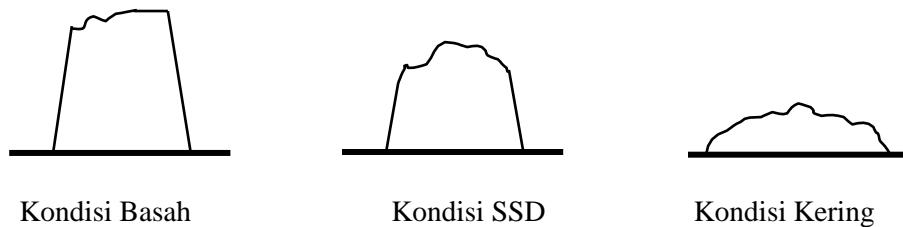
Langkah kerja pengujian kadar organik :

1. Menyiapkan botol kaca.
2. Mengisi botol  $1/3$  bagian dengan pasir.
3. Memasukkan air yang telah diberi larutan NaOH dengan kadar 3% kedalam botol yang berisi pasir sampai diatas permukaan pasir (atas  $1/2$  bagian botol).

4. Mengocok botol yang telah terisi pasir dan air dengan campuran larutan NaOH selama 10-15 menit dan setelah itu didiamkan selama  $\pm$  24 jam.
5. Mengamati warna dengan tabel warna dimana kadar organik memenuhi syarat jika hasilnya lebih mudah dari no.2.
  - e. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Langkah kerja pengujian berat jenis agregat halus :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Mengambil benda uji yang lolos pada saringan No. 4 sebanyak 2000 gram.
3. Merendam benda uji selama 24 jam, setelah  $\pm$  24 jam buang air rendaman dan menghamparkan benda uji di atas karung atau kardus lalu diaduk-aduk di ruang terbuka sehingga terjadi proses pengeringan yang merata.
4. Memasukkan benda uji ke dalam kerucut terpancung pada  $\frac{1}{3}$  dalam 3 lapis, yang masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 8 kali, ditambah 1 kali penumbukan untuk bagian atasnya.
5. Membersihkan bagian luar kerucut dari butiran agregat yang tercecer.
6. Mengangkat kerucut terpancung secara perlahan-lahan dan tegak lurus dengan pengalas kerucut.
7. Mengamati bentuk agregat sampai diperoleh keadaan SSD, dimana kondisi SSD bila kerucut diangkat dan benda uji runtuh sebagian atau geser.



Gambar 1 Kondisi sampel berat jenis

8. Menimbang agregat halus dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram.
  9. Memasukkan air sampai penuh ke dalam piknometer kemudian menimbang berat piknometer + air (B).
  10. Mengeluarkan air yang berada di dalam piknometer.
  11. Memasukkan benda uji SSD sebanyak 500 gram kedalam piknometer, lalu diisi dengan air.
  12. Menghilangkan gelembung dalam piknometer dengan cara diputar sambil diguncang hingga tidak terlihat gelembung udara di dalam piknometer.
  13. Menambahkan air ke dalam piknometer sampai penuh kemudian menimbang piknometer + benda uji + air (Bt).
  14. Mengeluarkan benda uji dari dalam piknometer ke dalam cawan, kemudian masukkan benda uji ke dalam oven pengering selama 24 jam sampai berat tetap lalu timbang berat benda uji kering oven (Bk).
2. Pengujian Karakteristik Semen
- a. Pengujian Berat Jenis Semen

Langkah kerja pengujian berat jenis semen :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.

2. Menyaring semen portland dengan menggunakan saringan No.40 kemudian menimbang sebanyak 64 gram.
3. Mengisi botol *Le Chatelier* dengan minyak tanah sampai dengan skala 1.
4. Memasukkan botol *Le Chatelier* yang berisi minyak tanah bersamaan dengan termometer kedalam cawan besar yang berisi air dan es batu.
5. Menambahkan minyak tanah kedalam botol *Le Chatelier* sampai skala 1 apabila mengalami penurunan. Jika suhu telah mencapai  $5^{\circ}\text{C}$  penambahan minyak tanah dihentikan.
6. Mengamati suhu botol *Le Chatelier* hingga suhu  $4^{\circ}\text{C}$ , jika suhu telah mencapai  $4^{\circ}\text{C}$  maka membaca skala pada botol kemudian mencatat hasilnya ( $V_1$ ).
7. Mengeluarkan botol dari cawan besar kemudian mengeringkan bagian dalam botol diatas permukaan cairan tersebut menggunakan tisu.
8. Memasukkan semen portland sedikit demi sedikit kedalam botol dan menjaga jangan sampai ada semen yang menempel pada dinding botol diatas cairan.
9. Memasukkan botol yang berisi minyak tanah dan semen bersamaan dengan termometer kedalam cawan yang berisi air dan es batu.
10. Mengamati suhu pada termometer, jika suhu telah mencapai  $4^{\circ}\text{C}$ , maka membaca skala pada botol kemudian mencatat hasilnya ( $V_2$ ).

b. Pengujian konsistensi mortar

Langkah kerja pengujian konsistensi normal semen :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.

2. Mengukur diameter dalam pada bagian bawah cincin konik ( $D_0$ ).
3. Menyaring semen 31ortland dengan menggunakan saringan No.40 kemudian menimbang sebanyak 650 gram.
4. Menimbang air sebanyak 30% dari berat semen (percobaan 1)
5. Memasukkan air ke dalam mangkuk mixer, kemudian semen
6. Menjalankan mixer dengan kecepatan  $140 \pm 5$  Rpm selama 1 menit
7. Menghentikan mixer dan membersihkan pinggir bagian dalam mixer dengan menggunakan spatula selama  $\pm 15$  detik.
8. Menjalankan mixer dengan kecepatan  $285 \pm 10$  Rpm selama 1 menit
9. Menghentikan mixer dan membersihkan pinggir bagian dalam mixer dengan menggunakan spatula selama  $\pm 15$  detik.
10. Mengambil segumpal pasta semen dan dibentuk seperti bola-bola (dengan cara melempar-lemparkan pasta semen dari tangan kanan ke tangan kiri atau sebaliknya) dengan jarak  $\pm 30$  cm sebanyak 6 kali.
11. Meletakkan cincin konik di atas meja leleh dengan mengatur posisinya sehingga berada dibagian tengah.
12. Memasukkan bola pasta semen ke dalam cincin konik dan meratakan permukaannya dengan menggunakan spatula.
13. Membersihkan pasta semen yang ada di atas meja leleh dan disekitar cincin konik. Lalu mengangkat cincin konik, kemudian memutar meja leleh sebanyak 25 kali ketukan selama 15 detik
14. Mengukur diameter pasta semen sebanyak 4 kali ( $d_1, d_2, d_3, d_4$ ) dan kemudian menghitung rata-ratanya

15. Menghitung konsistensi normal semen, (apabila nilai yang diperoleh < 110% maka ulangi percobaan dari langkah ke-2 dengan menambahkan % air. Namun jika nilai yang diperoleh > 120% maka percobaan diulangi dari langkah ke-2 dengan cara mengurangi % air).

c. Pengujian waktu pengikatan

Langkah kerja pengujian waktu pengikatan semen :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Menyaring semen portland dengan menggunakan saringan No.40 kemudian menimbang sebanyak 650 gram.
3. Menimbang air sebanyak 30% dari berat semen (persen air yang digunakan didapat dari job uji konsistensi normal semen).
4. Memasukkan air ke dalam mangkuk mixer, kemudian semen.
5. Menjalankan mixer dengan kecepatan  $140 \pm 5$  Rpm selama 1 menit.
6. Menghentikan mixer dan membersihkan pinggir bagian dalam mixer dengan menggunakan spatula selama  $\pm 15$  detik.
7. Menjalankan mixer dengan kecepatan  $285 \pm 10$  Rpm selama 1 menit
8. Menghentikan mixer dan membersihkan pinggir bagian dalam mixer dengan menggunakan spatula selama  $\pm 15$  detik.
9. Mengambil segumpal pasta semen dan dibentuk seperti bola-bola (dengan cara melempar-lemparkan pasta semen dari tangan kanan ke tangan kiri atau sebaliknya) dengan jarak  $\pm 30$  cm sebanyak 6 kali.

10. Meletakkan cincin konik di atas plat kaca. Memasukkan bola pasta semen ke dalam cincin konik dan meratakannya permukaannya dengan menggunakan spatula.
  11. Menyimpan cincin konik yang berisi pasta semen di tempat yang lembab selama 30 menit.
  12. Mengangkat dan memindahkan cincin konik ke bawah jarum vicat.
  13. Mengatur ketinggian jarum vicat pada skala 0 diatas permukaan pasta, kemudian dikunci.
  14. Menjatuhkan jarum vicat pada menit ke 45 dan kemudian mencatat hasil penurunannya
  15. Mengulangi langkah ke-13 dan 14 setiap 15 menit berikutnya sampai jarum vicat tidak mengalami penurunan lagi.
3. Perencanaan Campuran
- Dalam menentukan komposisi bahan pembentukan mortar, penelitian ini mengacu pada SNI 03-6825-2002 untuk pembuatan benda uji dengan dimensi 50 x 50 x 50 mm. Variasi campuran mortar yang akan dibuat yaitu 1:3, 1:4, 1:5.
- Jumlah benda uji yang dibuat untuk masing-masing variasi campuran adalah 72 buah. Sehingga, jumlah benda uji keseluruhan 3 variasi campuran 216 buah.

Tabel 3 Jumlah Benda Uji per Variasi Komposisi

No	Benda Uji	Percentase PM	Jumlah Sampel		Jumlah Benda Uji
			7 Hari	28 Hari	
1	PM 0	0%	9	9	18
2	PM 10	10%	9	9	18
3	PM 20	20%	9	9	18
4	PM 30	30%	9	9	18
Jumlah			72		

#### 4. Pembuatan Benda Uji

Prosedur pembuatan benda uji mortar antara lain :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Membuat benda uji dengan ukuran 50 x 50 x 50 mm yang telah ditetapkan sesuai dengan mix design yang telah direncanakan.
3. Mendiamkan benda uji selama 24 jam terhitung sejak dimasukkan ke dalam cetakan.
4. Mengeluarkan benda uji kemudian merendamnya selama 7 hari dan 28 hari.
5. Setelah 7 hari dan 28 hari, menimbang benda uji dan melakukan penekanan pada benda uji.
5. Perawatan (*Curing*) Benda Uji

Benda uji mortar yang telah berumur 24 jam, cetakan mortar dilepas dan benda uji diberi tanda. Perawatan benda uji dengan perendaman dalam air dilakukan sampai dengan waktu tes yang telah ditentukan. Untuk semua benda uji, dilakukan perawatan (*curing*) dengan direndam selama 7 hari dan 28 hari pada kondisi dan suhu yang sama.

### **3.4 Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh pengaruh penambahan limbah marmer sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan mortar serta mengetahui perbandingan kuat tekan mortar normal dengan kuat tekan mortar limbah marmer sebagai pengganti sebagian agregat halus, yaitu dengan menggunakan rumus :

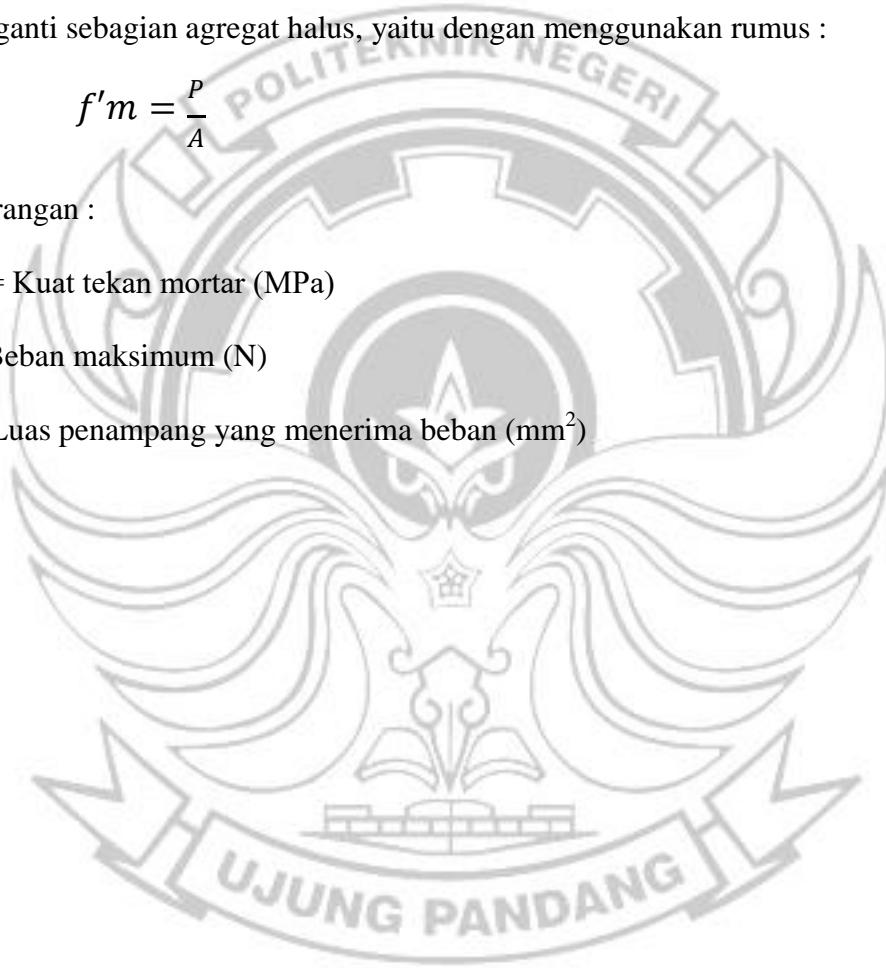
$$f'm = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

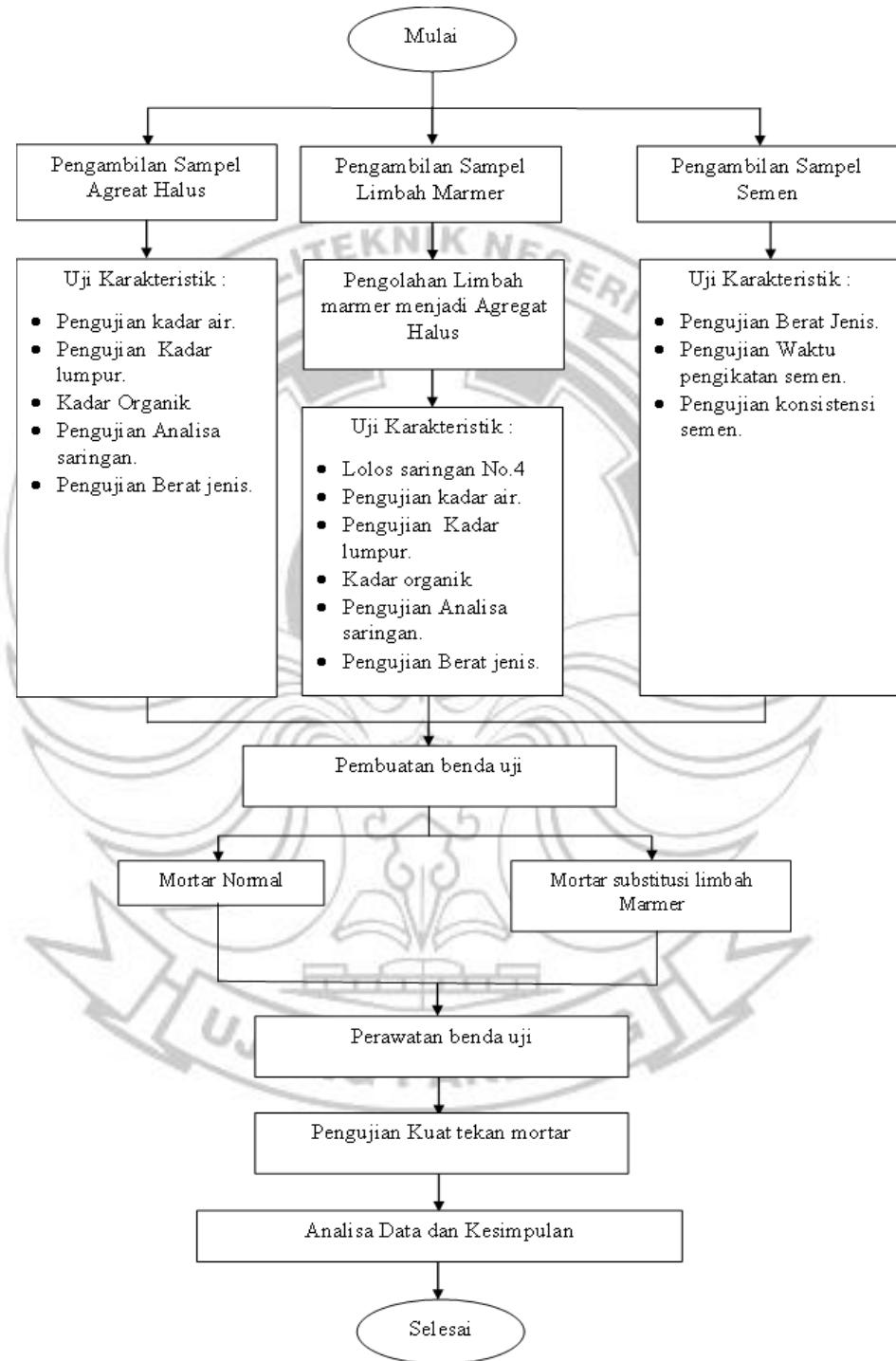
$f'm$  = Kuat tekan mortar (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang yang menerima beban ( $\text{mm}^2$ )



Secara garis besar adapun tahapan yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik marmer, diketahui limbah pecahan marmer yang digunakan dalam penelitian ini sebagai substansi agregat halus halus memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran mortar berdasarkan SNI 03-6820-2002 sebagai spesifikasi agregat halus untuk adukan mortar, dengan diperoleh hasil pengujian berat jenis 2,67, kadar air dengan hasil pengujian 3,15%, kadar lumpur memperoleh hasil 3,35%, dan kadar organik memperoleh hasil nomor 2. Adapun untuk gradasi limbah pecahan marmer yang digunakan dalam penelitian ini masuk dalam daerah susunan butiran gradasi agregat untuk adukan yang dipersyaratkan dalam SNI 03-6820-2002 sebagai spesifikasi agregat halus untuk adukan mortar.
2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar, untuk komposisi 1:3 diperoleh nilai kuat tekan mortar optimum dengan substansi limbah pecahan marmer sebagai agregat halus pada persentase 20% baik pada umur 7 hari maupun 28 hari yaitu sebesar 25,18 MPa dan 30,94 MPa lebih tinggi dibandingkan nilai kuat tekan normal dengan nilai berturut-turut pada umur 7 hari dan 28 hari sebesar 21,21 MPa dan 26,18 MPa. Adapun untuk komposisi 1:4 dan 1:5, nilai kuat tekan mortar normal baik pada umur 7 hari dan 28 hari lebih tinggi dibandingkan mortar dengan substansi limbah

pecahan marmer sebagai agregat halus, yaitu untuk komposisi 1:4 pada umur 7 hari dan 28 hari sebesar 8,84 MPa dan 12,76 MPa. Untuk komposisi 1:5 sebesar 5,56 MPa dan 7,85 MPa

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada komposisi perbandingan campuran 1:2.
2. Dalam pengujian karakteristik dan pembuatan benda uji dilakukan secara lebih teliti sehingga data yang dihasilkan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Dian., dan Arumningsi. (2021). Inovasi Beton Kuat Tekan Awal Tinggi Yang Memadat Sendiri Menggunakan Limbah Abu Marmer. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur, Vol.26(1)*, 55-62. Diakses 10 Desember 2022, dari Universitas Tunas Pembangunan.
- Fitriani, Andi Anisa., dan Muh Yusril. (2021). *Pengaruh Slag Nikel Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Mortar*. Skripsi. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Program Studi D3 Teknik Konstruksi Sipil, Jurusan Teknik Sipil. Makassar: Perpustakan BJ.Habibie Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Fadlan, M., dan Rahman. (2022). *Analisis Kuat Tekan Substitusi Limbah Lempung Marmer Sebagai Mortar Plesteran Drainase*. Skripsi. Diakses 10 Desember 2022, dari Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Ibrahim, E, D., dan Vidiani Ainun, R. ( 2020). *Kuat Tekan Mortar dengan Menggunakan Batu Gamping sebagai bahan Agregat Halus*. Skripsi. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Program Studi D3 Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil. Makassar: Perpustakan BJ.Habibie Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Idris, M., Dan Hasriana. (2017). Analisis Kualitas Mortar Yang Ditambahkan Abu Terbang Sebagai Pengganti Sebagian Semen. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP 2M)*, 129-132. Diakses 15 Desember 2022.
- Irawan, R. R. (2013). *Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi*. Diakses 18 Desember 2022. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan Dan Jembatan.
- Nawy, Edward G,. (1998) *Beton bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Cetakan kedua, Bandung : PT.Refika Aditama. Diakses 15 Desember 2022.
- Saputra, R. A. (2020). *Pengaruh Serbuk Marmer Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Daya Resap Dan Kuat Tekan Paving Block*. Skripsi. Diakses 18 Desember 2022. Dari Fakultas Keguruan dan ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret.
- SNI 03-6882-2002. (2002). Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6825-2002. (2002). Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2004. (2004). Semen Portland. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6820-2002. (2002). Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plasteran Dengan Bahan Dasar Semen. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

- SNI 03-1970-2002. (2002). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1971-2011. (2011). Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990. (1990). Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4428-1997. (1997). Metode Pengujian Agregat Halus Atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastis Dengan Cara Setara Pasir. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2816-2014. (2014). Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton. Jakarta : Bahan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6826-2002. (2002). Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland Dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2531-1991. (1991). Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6827-2002. (2002). Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil.
- SNI 03-6882-2002. (2002). Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodimuljo, I. K. (1996). Teknologi Beton. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Tjokrodimuljo, I. K. (2007). Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit.
- Yusri, A., Syarif, M., & Hamdi, F. (2022). Analisis Substitusi Limbah Lempung Marmer Terhadap Pengaruh Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Arsitektur Kota dan pemukiman*, Vol.7(2), 187-204. Diakses 20 Desember 2022, dari Universitas Muslim Indonesia.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---

# **LAMPIRAN 1**

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Berat Jenis
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Pasir)
Lokasi Material	: Quary Bili-Bili
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat Piknometer (gr)	A		
Berat Contoh SSD diudara (gr)	B	500	500
Berat Piknometer + Air + benda Uji (gr)	C	991,24	989,27
Berat Piknometer + Air (gr)	D	685,64	679,03
Berat contoh tanah kering oven (gr)	E	460,02	464,48
Berat jenis semu (apparent specific gravity)	E/(E+D-C)	2,98	3,01
Apparent Specific Gravity rata-rata (%)		3,00	
Berat Jenis Curah (bulk specific gravity on dry)	E/(B+D-C)	2,37	2,45
Berat Jenis Curah rata-rata		2,41	
Berat jenis jenuh permukaan Kering = JPK (Bulk specific gravity on SSD basic)	B/(B+D-C)	2,57	2,63
Berat Jenis Jenuh rata-rata		2,60	
Penyerapan (%)		8,69	7,65
<b>Penyerapan rata-rata (%)</b>		8,17	

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Berat Jenis
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Limbah Pecahan Marmer)
Lokasi Material	: PT. Gunung Marmer Raya di Kab.Pangkep
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat Piknometer (gr)	A		
Berat Contoh SSD diudara (gr)	B	500	500
Berat Piknometer + Air + benda Uji (gr)	C	1015,34	1018,16
Berat Piknometer + Air (gr)	D	703,13	705,54
Berat contoh tanah kering oven (gr)	E	488,26	489,14
Berat jenis semu (apparent specific gravity)	E/(E+D-C)	2,77	2,77
Apparent Specific Gravity rata-rata (%)		2,77	
Berat Jenis Curah (bulk specific gravity on dry)	E/(B+D-C)	2,60	2,61
Berat Jenis Curah rata-rata		2,61	
Berat jenis jenuh permukaan Kering = JPK (Bulk specific gravity on SSD basic)	B/(B+D-C)	2,66	2,67
Berat Jenis Jenuh rata-rata		2,67	
Penyerapan (%)		2,40	2,22
<b>Penyerapan rata-rata (%)</b>		2,31	

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Kadar Air
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Pasir)
Lokasi Material	: Quary Bili-Bili
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat Sampel Sebelum dioven (gr)	A	1500,76	1500,35
Berat Sampel Setelah dioven (gr)	B	1449,80	1450,70
Kadar Air (%)	((A-B)/B) x 100%	3,51	2,96
<b>Kadar Air Rata-Rata (%)</b>		<b>3,24</b>	

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Kadar Air
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Limbah Pecahan Marmer)
Lokasi Material	: PT. Gunung Marmer Raya di Kab.Pangkep
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat Sampel Sebelum dioven (gr)	A	1500,25	1500,28
Berat Sampel Setelah dioven (gr)	B	1458,09	1450,70
Kadar Air (%)	$((A-B)/B) \times 100\%$		2,89      3,42
<b>Kadar Air Rata-Rata (%)</b>			<b>3,15</b>

Makassar,                    Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Kadar Lumpur
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Pasir)
Lokasi Material	: Quary Bili-Bili
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat kering oven sebelum dicuci (gr)	A	1009,23	1004,56
Berat kering oven setelah dicuci (gr)	B	963,69	958,28
Kadar Lumpur (%)	$(A-B)/A \times 100\%$		4,51
<b>Kadar Lumpur Rata-Rata (%)</b>		4,56	

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Kadar Lumpur
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Limbah Pecahan Marmer)
Lokasi Material	: PT. Gunung Marmer Raya di Kab. Pangkep
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat kering oven sebelum dicuci (gr)	A	1008	1003,86
Berat kering oven setelah dicuci (gr)	B	973,61	970,86
Kadar Lumpur (%)	$(A-B)/A \times 100\%$		3,41
<b>Kadar Lumpur Rata-Rata (%)</b>		3,35	

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Kadar Organik
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Limbah Pecahan Marmer)
Lokasi Material	: Quary Bili-Bili
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

No	Uraian	No. Contoh	
		I	II
A	Warna Contoh	2	2

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Kadar Organik
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Limbah Pecahan Marmer)
Lokasi Material	: PT. Gunung Marmer Raya di Kab. Pangkep
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

No	Uraian	No. Contoh	
		I	II
A	Warna Contoh	1	1

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Analisa Saringan
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Pasir)
Lokasi Material	: Quary Bili-Bili
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

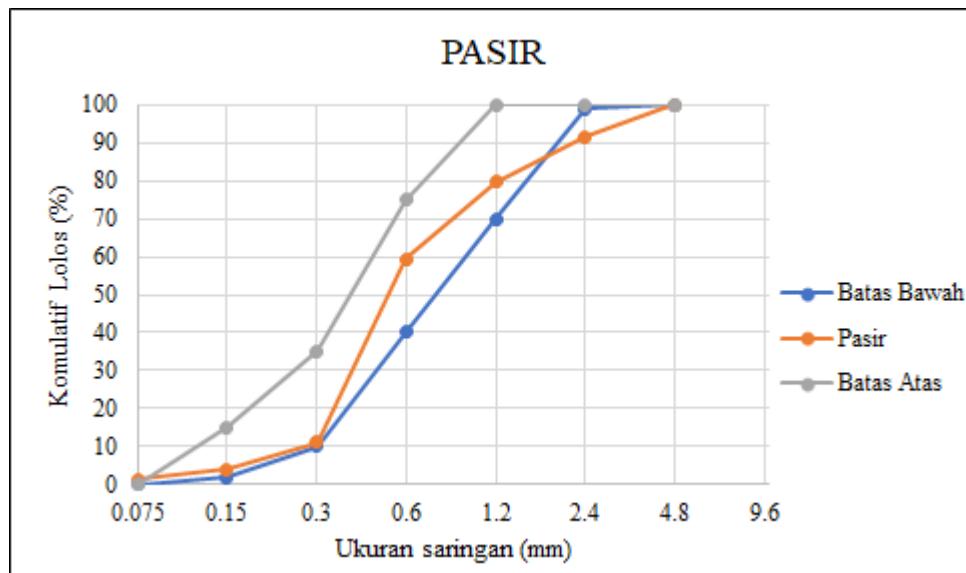
Tabel Data Hasil Pengujian

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	Kumulatif		Spesifikasi Pasir Alam
			Tertahan	Lolos	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No.8	85.07	8.52	8.52	91.48	99 – 100
No.16	119.16	11.94	20.46	79.54	70 – 100
No.30	202.45	20.29	40.75	59.25	40 – 75
No.50	481.16	48.21	88.96	11.04	10 - 35
No.100	70.50	7.06	96.03	3.97	2 - 15
No. 200	26.10	2.62	98.64	1.36	0
Pan	13.55	1.36	100.00	0.00	
Jumlah	999,99	100			



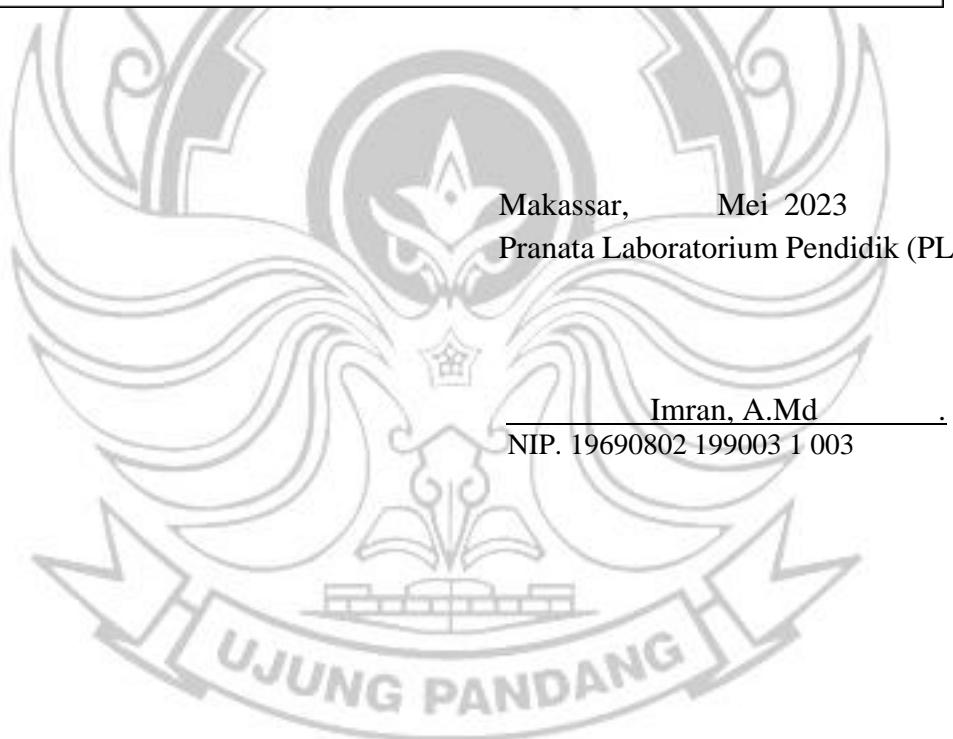
**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Analisa Saringan
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Limbah Pecahan Marmer)
Lokasi Material	: PT. Gunung Marmer Raya di Kab. Pangkep
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

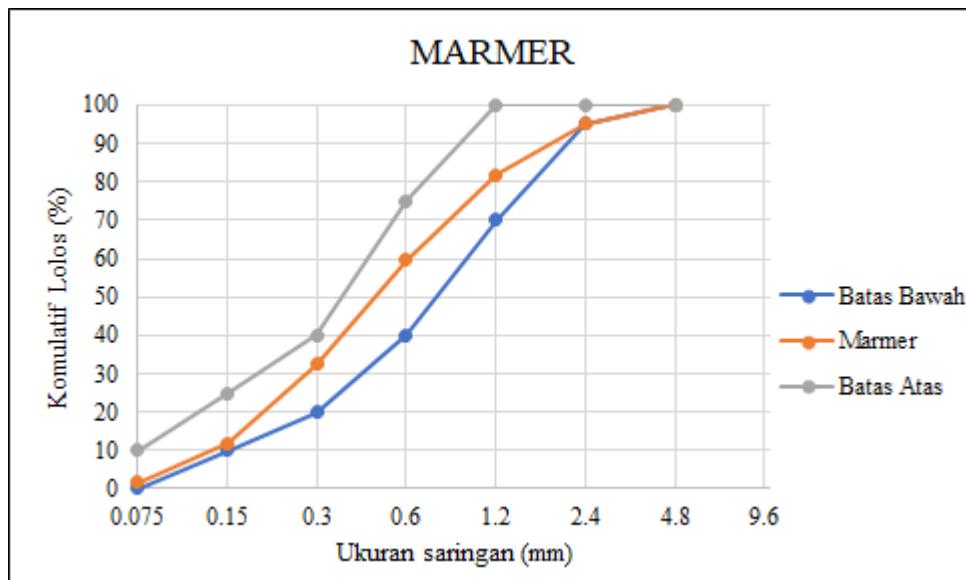
Tabel Data Hasil Pengujian

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	Kumulatif		Spesifikasi Pasir Olahan
			Tertahan	Lolos	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No.8	48.50	4.91	4.91	95.09	95 - 100
No.16	130.25	13.18	18.08	81.92	70 – 100
No.30	219.34	22.19	40.27	59.73	40 – 75
No.50	268.50	27.16	67.44	32.56	20 – 40
No.100	205.20	20.76	88.20	11.80	10 – 25
No. 200	99.40	10.06	98.25	1.75	0 - 10
Pan	17.25	1.75	100.00	0.00	
Jumlah	998,29	100			



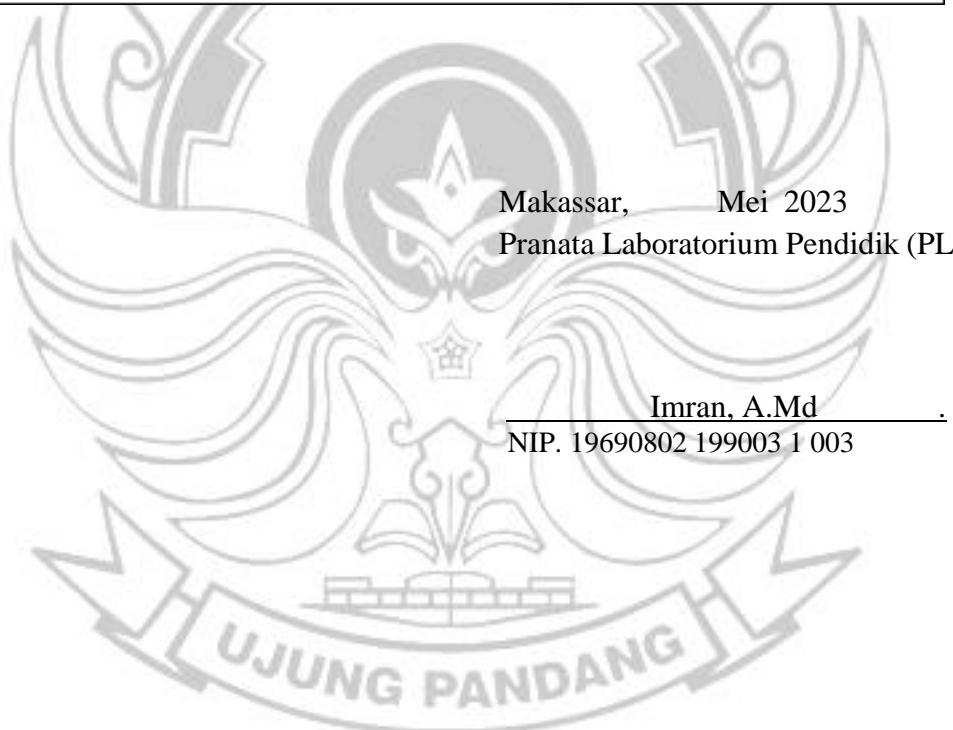
**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Rekapitulasi Hasil Pengujian Pasir
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Pasir)
Lokasi Material	: Quary Bili-Bili
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

NO	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Berat Jenis	2,6	1,6-3,2	-	Memenuhi
2	Kadar Air	3,24	3-5	%	Memenuhi
3	Kadar Lumpur	4,56	<5	%	Memenuhi
4	Kadar Organik	2	<No.3	%	Memenuhi

Makassar, Mei 2023  
Pembimbing 1

Andi Batari Angka, S.T.,M.T.  
NIP. 19621127 198803 2 002



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Rekapitulasi Hasil Pengujian Pasir
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Agregat Halus (Limbah Pecahan Marmer)
Lokasi Material	: PT. Gunung Marmer Raya di Kab. Pangkep
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

NO	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis	2,67	-
2	Kadar Air	3,15	%
3	Kadar Lumpur	3,35	%
4	Kadar Organik	1	%

Makassar, Mei 2023  
Pembimbing 1

Andi Batari Angka, S.T.,M.T.  
NIP. 19621127 198803 2 002



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---

# **LAMPIRAN 2**

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK SEMEN**



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK SEMEN**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Berat Jenis Semen
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Semen Tonasa PCC
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Pengujian

Sampel	Berat Semen (gr)	V <sub>1</sub> (ml)	V <sub>2</sub> (ml)	d
I	64	0,8	22	1

Analisa Perhitungan :

$$BJ = \frac{w}{(V_2 - V_1)} \times d = \frac{64}{(22 - 0,8)} \times 1 = 3,018 \text{ gr/ml} \approx 3,02 \text{ gr/ml}$$

Sampel	Berat Semen (gr)	V <sub>1</sub> (ml)	V <sub>2</sub> (ml)	d	Berat Jenis (gr/ml)
I	64	0,8	22	1	3,02

\* Syarat berat jenis untuk semen murni yaitu 3,0 – 3,2 gr/ml.

Makassar,                    Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK SEMEN**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Konsistensi Normal Semen
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Semen Tonasa PCC
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Pengujian

Berat Semen (gram)	Air		D0	D				Rata-rata (D1)
	%	Gram		d1	d2	d3	d4	
650	30	195	10	21,5	21	21	21,7	21,3

Analisa Perhitungan :

$$KN = \frac{D1 - D0}{D0} \times 100\% = \frac{21.3 - 10}{10} \times 100\% = 113\%$$

Berat Semen (gram)	Air		D0	D				Rata-rata	KN
	%	Gram		d1	d2	d3	d4		
650	30	195	10	21.5	21	21	21.7	21.1	113

\*Syarat Konsistensi Normal 110%-120%

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

\_\_\_\_\_  
Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK SEMEN**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Waktu Pengikatan Semen
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Semen Tonasa PCC
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

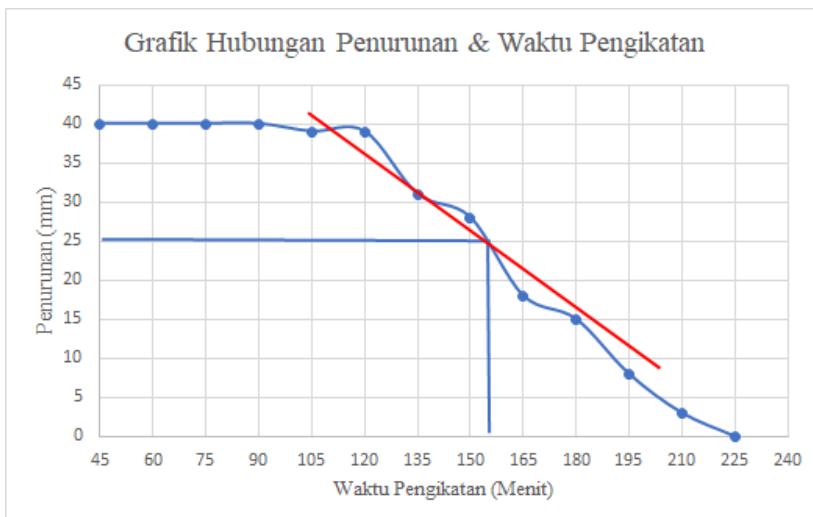
Tabel Data Pengujian

No.	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
1	45	40
2	60	40
3	75	40
4	90	40
5	105	39
6	120	39
7	135	31
8	150	28
9	165	18
10	180	15
11	195	8
12	210	3
13	225	0



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Waktu pengikatan awal = 158

Waktu pengikatan akhir = 225

Makassar, Mei 2023  
Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

Imran, A.Md  
NIP. 19690802 199003 1 003

UJUNG PANDANG



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---



## **LAMPIRAN 3**

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN**



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN**

- Data-data
  - Perbandingan campuran = 1:3, 1:4, dan 1:5
  - Agregat Halus = Pasir Bili-Bili dan Limbah Pecahan Marmer
  
- Kebutuhan bahan campuran mortar
  - Volume sampel =  $b \times h \times t$   
=  $0,05m \times 0,05m \times 0,05m$   
=  $0,000125 m^3$
  - Faktor koreksi = 1,3
  - Volume total sampel =  $0,000125 \times 18 \text{ sampel} \times 1,3$   
=  $0,0029 m^3$   
= 2,9 liter

Tabel jumlah benda uji kuat tekan mortar dengan limbah pecahan marmer sebagai substitusi agregat halus pada umur 7 hari dan 28 hari per komposisi.

No	Benda Uji	Persentase SM	Jumlah Sampel		Jumlah Benda Uji
			7 Hari	28 Hari	
1	PM 0	0%	9	9	18
2	PM 10	10%	9	9	18
3	PM 20	20%	9	9	18
4	PM 30	30%	9	9	18
Jumlah					72

Perbandingan 1:3 = 72 benda uji

Perbandingan 1:4 = 72 benda uji

Perbandingan 1:5 = 72 benda uji

- Perhitungan kebutuhan bahan untuk perbandingan 1:3
  - Jumlah kebutuhan semen =  $1/4 \times 2,9 \text{ liter}$   
= 0,73 liter
  - Jumlah kebutuhan pasir =  $3/4 \times 2,9 \text{ liter}$



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

$$= 2,17 \text{ liter}$$

- Jumlah kebutuhan air =  $0,30 \times (\text{semen} + \text{pasir})$

$$= 0,30 \times (0,73 + 2,17)$$

$$= 0,87 \text{ liter}$$

Tabel jumlah kebutuhan bahan untuk perbandingan 1:3 untuk 18 benda uji

No	Kode sampel	Semen (liter)	Agregat Halus (liter)		Air (%)	Air (liter)
			Pasir	Limbah pecahan marmer		
1	PM 0%	0,97	2,17	-	30	0,87
2	PM 10%	0,97	1,95	0,22	30	0,87
3	PM 20%	0,97	1,74	0,43	31	0,90
4	PM 30%	0,97	1,52	0,65	31	0,90

- Perhitungan kebutuhan bahan untuk perbandingan 1:4

- Jumlah kebutuhan semen =  $1/5 \times 2,9 \text{ liter}$

$$= 0,58 \text{ liter}$$

- Jumlah kebutuhan pasir =  $4/5 \times 2,9 \text{ liter}$

$$= 2,32 \text{ liter}$$

- Jumlah kebutuhan air =  $0,30 \times (\text{semen} + \text{pasir})$

$$= 0,30 \times (0,58 + 2,32)$$

$$= 0,88 \text{ liter}$$

Tabel jumlah kebutuhan bahan untuk perbandingan 1:4 untuk 18 benda uji

No	Kode sampel	Semen (liter)	Agregat Halus (liter)		Air (%)	Air (liter)
			Pasir	Limbah pecahan marmer		
1	PM 0%	0,58	2,32	-	30,5	0,88
2	PM 10%	0,58	2,09	0,23	31	0,90
3	PM 20%	0,58	1,86	0,46	31	0,90
4	PM 30%	0,58	1,62	0,70	31,5	0,91



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

- Perhitungan kebutuhan bahan untuk perbandingan 1:5

- Jumlah kebutuhan semen =  $1/6 \times 2,9$  liter

$$= 0,48 \text{ liter}$$

- Jumlah kebutuhan pasir =  $5/6 \times 0,29$  liter

$$= 2,42 \text{ liter}$$

- Jumlah kebutuhan air =  $0,30 \times (\text{semen} + \text{pasir})$

$$= 0,30 \times (0,48 + 2,42)$$

$$= 0,90 \text{ liter}$$

Tabel jumlah kebutuhan bahan untuk perbandingan 1:5 untuk 18 benda uji

No	Kode sampel	Semen (liter)	Agregat Halus (liter)		Air (%)	Air (liter)
			Pasir	Limbah pecahan marmer		
1	PM 0%	0,48	2,42	-	31	0,90
2	PM 10%	0,48	2,18	0,24	31,5	0,91
3	PM 20%	0,48	1,94	0,48	32	0,93
4	PM 30%	0,48	1,69	0,73	32	0,93

Makassar, Mei 2023  
Pembimbing 1

Andi Batari Angka, S.T.,M.T.  
NIP. 19621127 198803 2 002



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---

# **LAMPIRAN 4**

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK MORTAR**



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK MORTAR**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Konsistensi Mortar
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Semen Tonasa PCC, Pasir Bili-Bili, Limbah Pecahan Marmer
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

1. Perbandingan 1:3

No	Pengujian Sampel	Kadar Air (%)	Agregat Halus (liter)						KN (%)
			d1	d2	d3	d4	D0	D1	
1	Normal 0%	30	21,6	21,4	21,6	21,3	10	21,5	115
2	PM 10%	30	21,3	21	21,6	21	10	21,3	113
3	PM 20%	31	21,7	21,5	21,3	21,4	10	21,5	115
4	PM 30%	31	21	21,3	21,2	21,5	10	21,25	112,5

$$KN = \frac{D1-D0}{D0} \times 100\% = \frac{21,5-10}{10} \times 100\% = 115\%$$

2. Perbandingan 1:4

No	Pengujian Sampel	Kadar Air (%)	Agregat Halus (liter)						KN (%)
			d1	d2	d3	d4	D0	D1	
1	Normal 0%	30,5	21,5	21,6	21,2	21,5	10	21,45	114
2	PM 10%	31	21,5	21,4	21,4	21	10	21,32	113,2
3	PM 20%	31	21,5	21,8	21,9	21,4	10	21,65	116,5
4	PM 30%	31,5	21,7	21,5	21,3	21,3	10	21,45	114



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

3. Perbandingan 1:5

No	Pengujian Sampel	Kadar Air (%)	Agregat Halus (liter)						KN (%)
			d1	d2	d3	d4	D0	D1	
1	Normal 0%	31	21,4	21,6	21,7	21,2	10	21,48	114,8
2	PM 10%	31,5	21,2	21,6	21,5	21,3	10	21,4	114
3	PM 20%	32	21	21,5	21	21,6	10	21,28	112,8
4	PM 30%	32	21	21,3	21,4	21,7	10	21,35	113,5

Makassar, Juni 2023  
Pembimbing 1

Andi Batari Angka, S.T.,M.T.  
NIP. 19621127 198803 2 002



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**PENGUJIAN KARAKTERISTIK MORTAR**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Waktu Pengikatan
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Material	: Semen Tonasa PCC, Pasir Bili-Bili, Limbah Pecahan Marmer
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

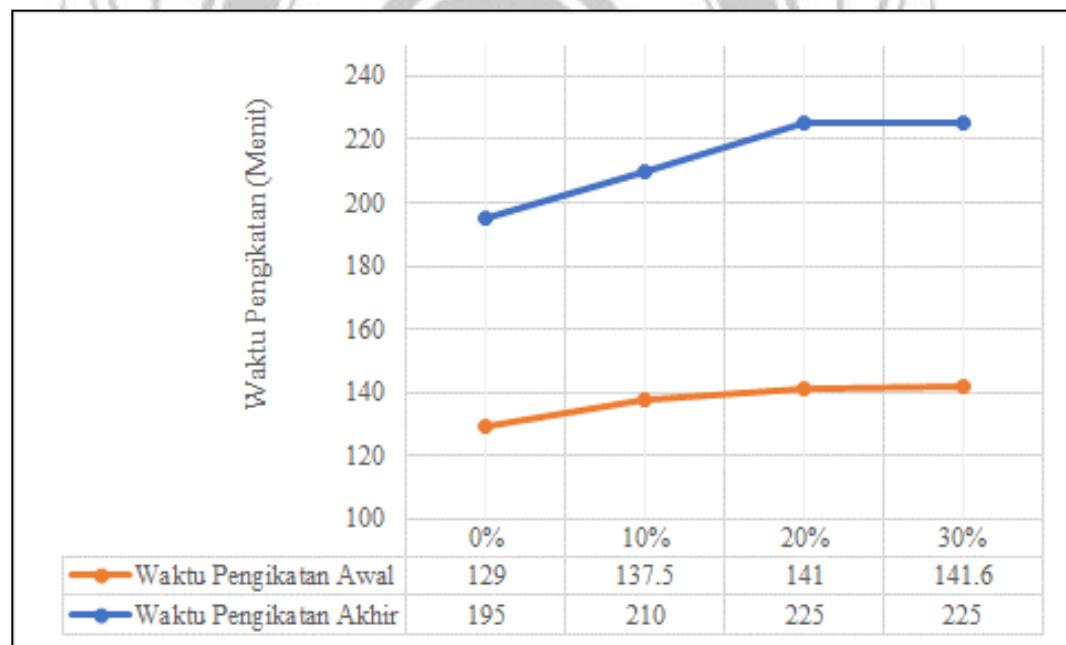
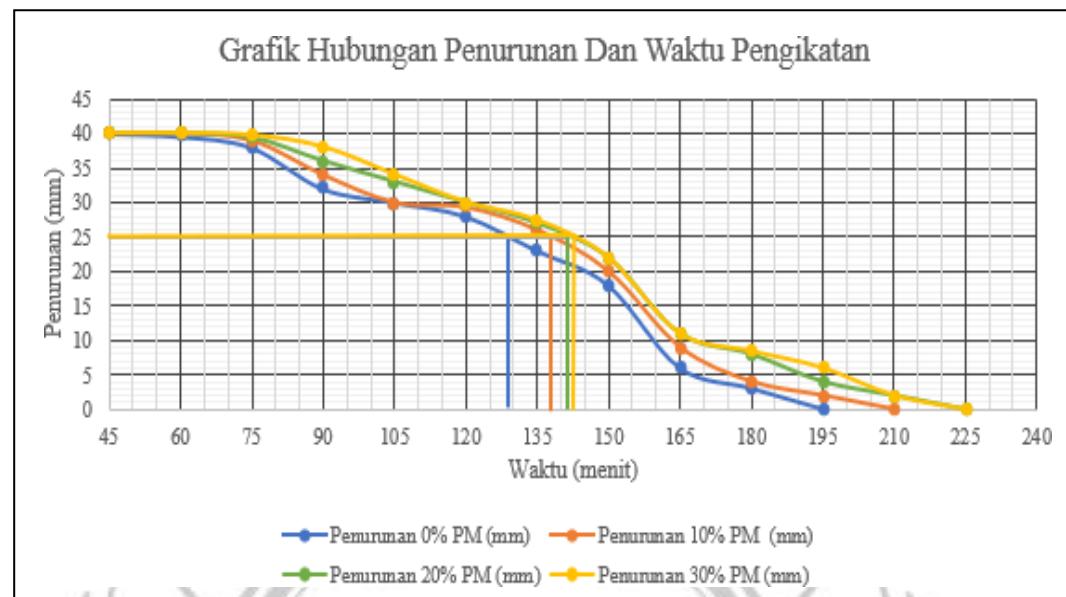
1. Perbandingan 1:3

No	Waktu (menit)	Agregat Halus (liter)			
		Sampel Normal	Sampel 10%	Sampel 20%	Sampel 30%
1	45	40	40	40	40
2	60	39.6	40	40	40
3	75	38	39	39.4	39.7
4	90	32	34	36	38
5	105	30	30	33	34
6	120	28	29.3	30	30
7	135	23	26	27	27.4
8	150	18	20	22	22
9	165	6	9	11	11
10	180	3	4	8	8.4
11	195	0	2	4	6
12	210		0	2	2
13	225			0	0



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



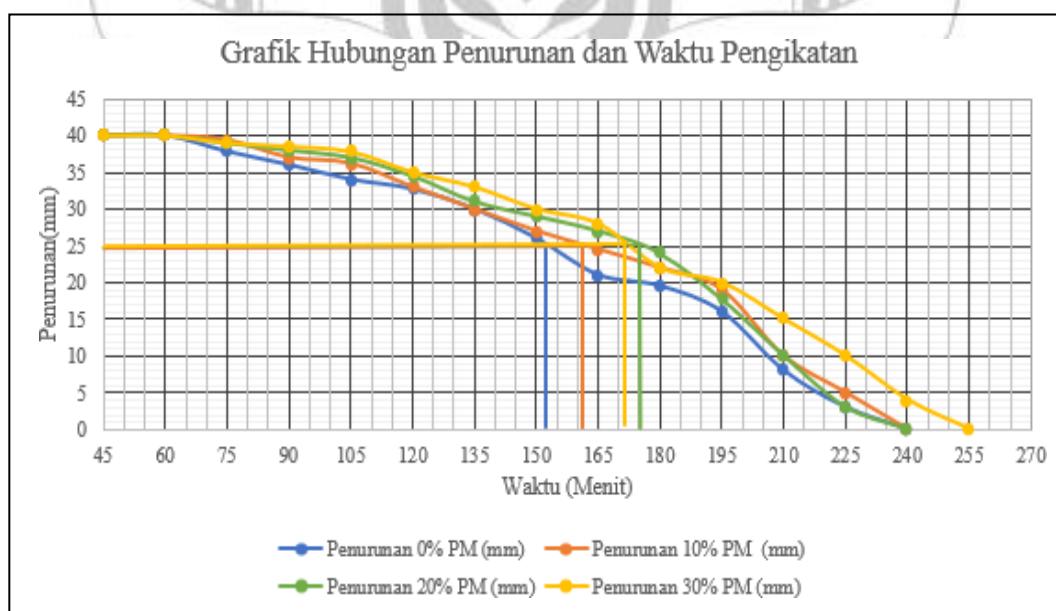


**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

2. Perbandingan 1:4

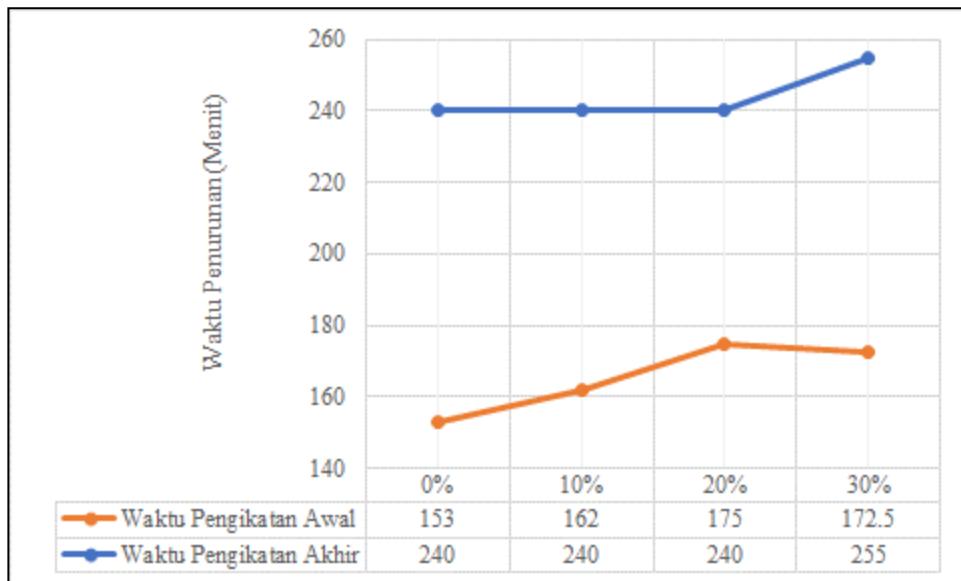
No	Waktu (menit)	Agregat Halus (liter)			
		Sampel Normal	Sampel 10%	Sampel 20%	Sampel 30%
1	45	40	40	40	40
2	60	40	40	40	40
3	75	37.8	39.4	39	39
4	90	36	37	38	38.5
5	105	34	36.2	37	37.8
6	120	32.7	33	34.5	35
7	135	30	30	31	33
8	150	26	27	29	30
9	165	21	24.5	27	28
10	180	19.5	22	24	22
11	195	16	19	17.7	20
12	210	8	10	10	15
13	225	3	5	3	10





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



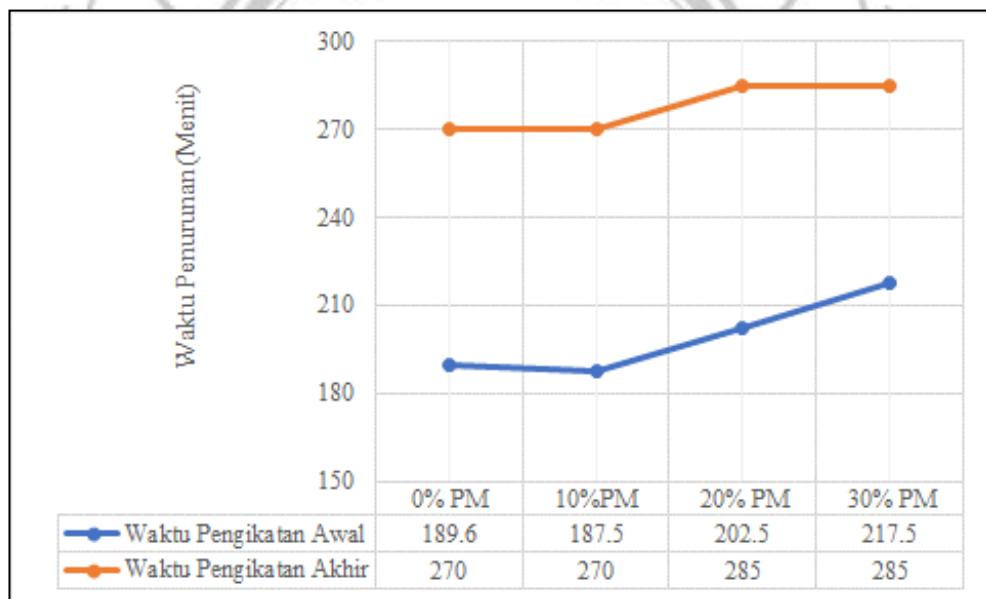
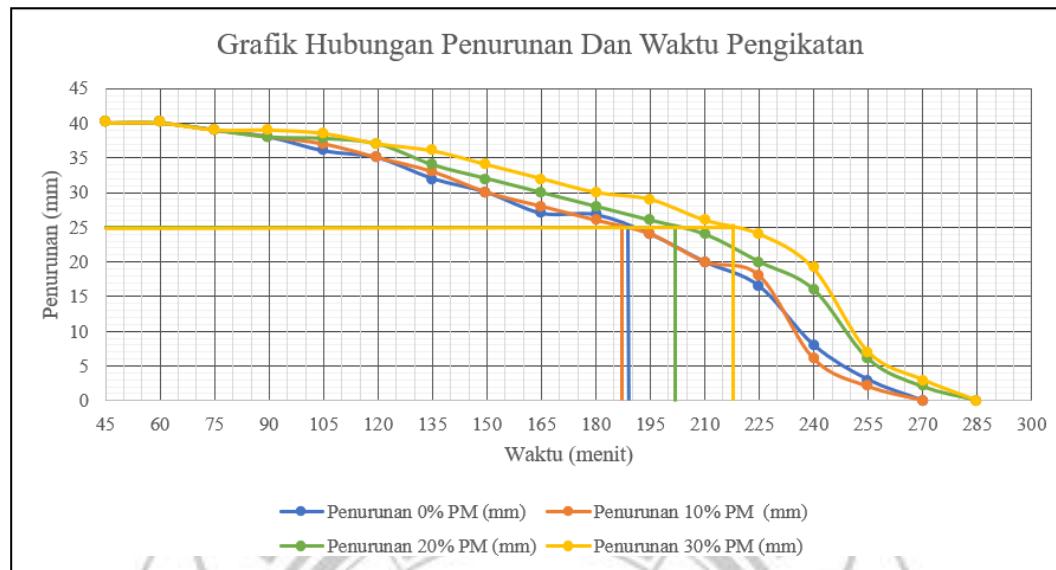
3. Perbandingan 1:5

No	Waktu (menit)	Aggregat Halus (liter)			
		Sampel Normal	Sampel 10%	Sampel 20%	Sampel 30%
1	45	40	40	40	40
2	60	40	40	40	40
3	75	39	39	39	39
4	90	38	38	38	39
5	105	36	37	37.8	38.5
6	120	35	35	37	37
7	135	32	33	34	36
8	150	30	30	32	34
9	165	27	28	30	32
10	180	26.8	26	28	30
11	195	24	24	26	29
12	210	20	20	24	26
13	225	16.5	18	20	24
14	240	8	6	16	19
15	255	3	2	6	7
16	270	0	0	2	3
17	285			0	0



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Makassar, Juni 2023  
Pembimbing 1

Andi Batari Angka, S.T.,M.T.  
NIP. 19621127 198803 2 002



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR**

Proyek	: Tugas Akhir	Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pengujian	: Kuat Tekan Mortar	Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka,S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus		

Tabel Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Perbandingan 1:3

No	Nama Sampel	Umur Sampel	Kuat Tekan Mortar (MPa)									Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	Sampel 6	Sampel 7	Sampel 8	Sampel 9	
1	Sampel Normal	7 Hari	24,76	21,79	22,61	24,97	21,31	22,62	19,46	20,08	13,27	21,21
		28 Hari	19,60	21,31	22,56	29,32	30,38	27,00	30,90	30,12	24,46	26,18
2	Sampel 10% PM	7 Hari	24,29	24,78	25,04	22,68	23,92	24,08	24,08	25,36	28,28	24,72
		28 Hari	29,06	30,02	31,94	29,54	31,78	27,62	28,57	30,56	29,26	29,82
3	Sampel 20% PM	7 Hari	25,39	25,23	25,86	27,04	27,22	24,14	22,21	25,49	24,09	25,18
		28 Hari	33,69	29,63	30,55	30,83	30,35	28,56	33,09	30,55	31,20	30,94
4	Sampel 30% PM	7 Hari	21,16	22,04	20,08	19,82	21,16	19,94	18,17	19,17	18,17	19,97
		28 Hari	25,60	24,85	22,46	22,54	27,66	25,94	24,40	24,63	26,52	24,95



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Tabel Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Perbandingan 1:4

No	Nama Sampel	Umur Sampel	Kuat Tekan Mortar (MPa)									Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	Sampel 6	Sampel 7	Sampel 8	Sampel 9	
1	Sampel Normal	7 Hari	7,72	9,57	8,85	9,38	7,60	9,55	9,68	9,60	7,66	8,84
		28 Hari	11,62	12,41	14,60	12,41	12,17	13,44	12,86	12,48	12,83	12,76
2	Sampel 10% PM	7 Hari	5,04	5,04	5,20	5,20	5,20	4,63	4,63	5,04	5,44	5,05
		28 Hari	10,12	8,94	8,93	10,43	9,16	8,35	8,54	9,36	8,99	9,20
3	Sampel 20% PM	7 Hari	8,25	8,50	8,81	8,17	8,28	9,78	7,14	5,54	4,43	7,65
		28 Hari	9,28	9,82	9,71	8,54	10,21	10,21	10,91	9,74	9,81	9,80
4	Sampel 30% PM	7 Hari	5,00	5,00	5,00	4,86	4,58	5,02	5,02	5,04	4,87	4,93
		28 Hari	10,86	8,65	7,87	10,37	10,42	9,69	8,01	8,93	9,05	9,32



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Tabel Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Perbandingan 1:5

No	Nama Sampel	Umur Sampel	Kuat Tekan Mortar (MPa)									Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	Sampel 6	Sampel 7	Sampel 8	Sampel 9	
1	Sampel Normal	7 Hari	5,93	5,42	6,21	5,36	5,65	4,52	4,70	5,57	6,73	5,56
		28 Hari	8,75	8,30	6,66	7,65	8,89	7,45	7,99	7,45	7,53	7,87
2	Sampel 10% PM	7 Hari	3,93	3,77	3,88	3,78	3,81	3,81	4,09	5,03	3,65	3,97
		28 Hari	6,68	6,46	5,69	6,15	6,03	6,56	6,36	7,54	5,77	6,36
3	Sampel 20% PM	7 Hari	3,84	3,32	3,68	3,84	3,76	3,92	3,44	3,36	3,92	3,67
		28 Hari	5,12	5,16	6,37	5,39	5,42	5,30	6,21	6,32	5,51	5,64
4	Sampel 30% PM	7 Hari	3,88	3,04	3,88	3,72	4,08	4,60	3,48	3,88	4,74	3,92
		28 Hari	9,14	6,77	6,67	10,99	11,15	10,43	7,15	11,92	7,44	7,56

Makassar, Juli 2023

Pranata Laboratorium Pendidik (PLP)

Imran, A.Md

NIP. 19690802 199003 1 003



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

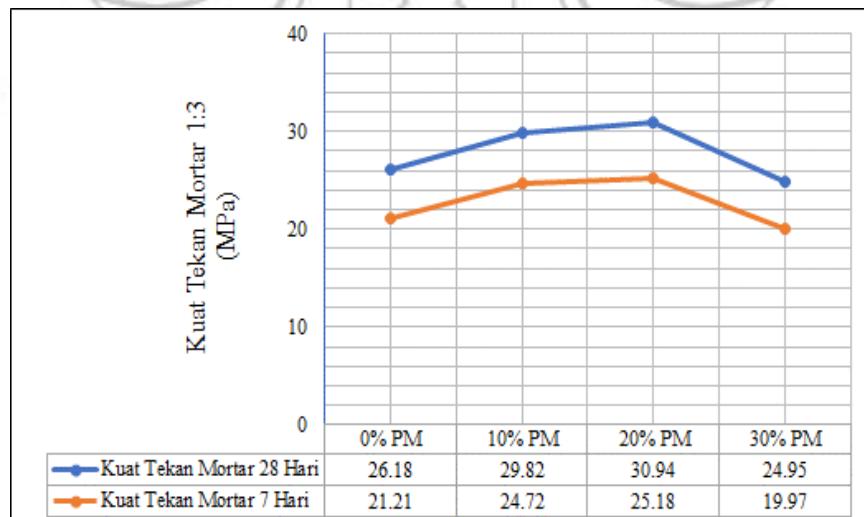
**PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Kuat Tekan Mortar
Judul Tugas Akhir	: Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah (312 20 042) 2. Mutia Dwita Putri M. (312 20 049)
Pembimbing	: 1. Andi Batari Angka, S.T.,M.T. 2. Martha Manganta, S.T.,M.T.

Tabel Data Hasil Pengujian

Kode sampel	Kuat Tekan (Mpa)					
	Komposisi 1 : 3		Komposisi 1 : 4		Komposisi 1 : 5	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
PM 0%	21,21	26,18	8,84	12,76	5,56	7,85
PM 10%	24,72	29,82	5,05	9,20	3,97	6,36
PM 20%	25,18	30,94	7,65	9,80	3,67	5,64
PM 30%	19,97	24,95	4,93	9,32	3,92	9,11

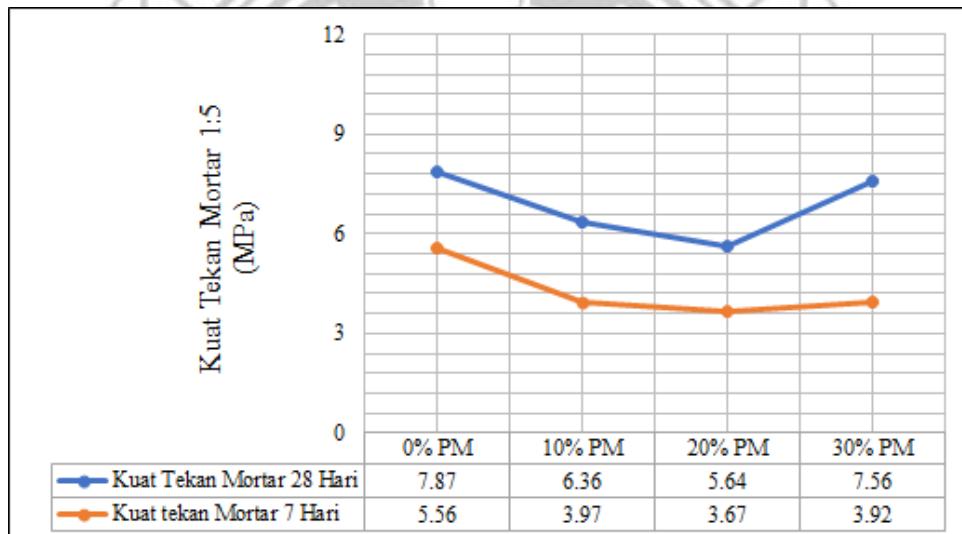
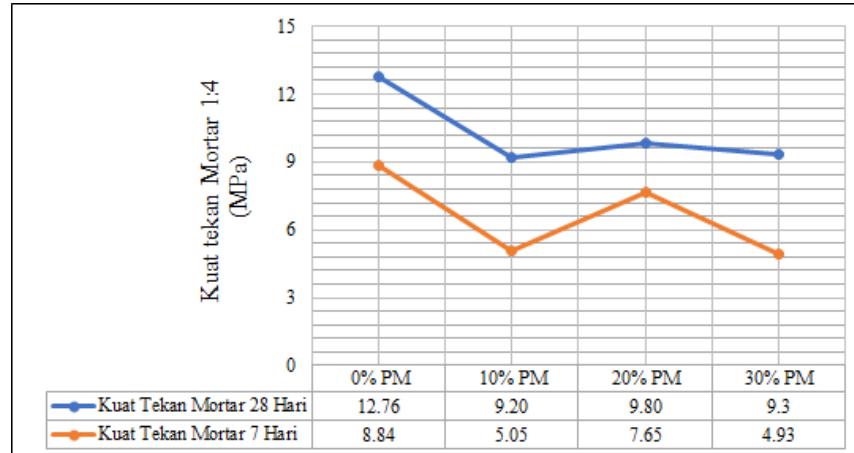
Grafik





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Makassar, Juli 2023  
Pembimbing 1

Andi Batari Angka, S.T.,M.T.  
NIP. 19621127 198803 2 002



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---



# **LAMPIRAN 5**

**DOKUMENTASI KEGIATAN**



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Pengujian Kadar Air Agregat Halus
Material	: 1. Pasir Quary Bili-bili Kab.Gowa 2. Limbah Pecahan Marmer
Judul	: <b>Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus</b>
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah / 312 20 042 2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Menimbang sampel sebelum dioven dan mencatat hasilnya  
(W<sub>1</sub>)



Memasukkan sampel kedalam oven dengan suhu 110 °C selama ± 24 jam



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---



Mengeluarkan sampel dari oven dan didiamkan agar dingin. Lalu ditimbang kembali ( $W_2$ )





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus
Material	: 1. Pasir Quary Bili-bili Kab.Gowa 2. Limbah Pecahan Marmer
Judul	: <b>Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus</b>
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah / 312 20 042 2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Mengoven Sampel agregat dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam



Menimbang Sampel yang telah dioven ( $W_1$ )



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



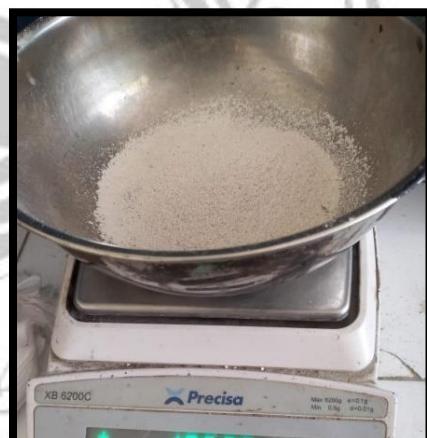
Mencuci Sampel agregat



Menyaring Air bekas cucian



Mengoven Sampel agregat yang tertahan di saringan no.200



Menimbang Sampel agregat yang telah dioven lalu mencatat hasilnya ( $W_2$ ).



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS**

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus
Material	: 1. Pasir Quary Bili-bili Kab.Gowa 2. Limbah Pecahan Marmer
Judul	: <b>Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat Halus</b>
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah / 312 20 042 2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Menimbang agregat yang akan disaring sebanyak 2500gr masing-masing agregat.



Memasukkan agregat kedalam saringan.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---



Mengencangkan baut pencunci alat penggetar lalu dinyalakan selama  $\pm$  15 menit.



Menimbang berat agregat yang tertahan dimasing-masing saringan Lalu mencatat hasilnya.





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS**

Proyek : Tugas Akhir  
Pengujian : Pengujian Kadar Organik  
Material : 1. Pasir Quary Bili-bili Kab.Gowa  
              2. Limbah Pecahan Marmer  
Judul : **Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat halus**  
Dikerjakan : 1. Nurul Fauziah / 312 20 042  
              2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Mengisi botol 1/3 bagian dengan sampel agregat.



Memasukkan air yang telah diberi larutan NaOH ½ bagian botol.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Mengocok botol hingga  
10-15 menit.



Mendiamkan botol yang berisi  
sampel selama  $\pm$  24 jam.



Mengamati warna dengan tabel  
warna/abrams.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS**

Proyek : Tugas Akhir  
Pengujian : Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan  
Material : 1. Pasir Quary Bili-bili Kab.Gowa  
              2. Limbah Pecahan Marmer  
Judul : **Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat halus**  
Dikerjakan : 1. Nurul Fauziah / 312 20 042  
              2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Mengangin-anginkan Sampel Agregat Hingga Kondisi SSD.



Menguji Kondisi SSD Sampel Agregat Dengan Kerucut.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Memasukkan Sampel agregat yang SSD kedalam piknometer sebanyak 500gr.



Mengisi piknometer dengan air.



Menimbang berat  
Piknometer + Sampel  
Agregat + Air



Mengeluarkan Sampel  
Agregat dari  
Pinkometer, lalu diOven.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Menimbang berat  
Piknometer + Air



Menimbang sampel agregat  
yang telah dioven.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK SEMEN**

Proyek : Tugas Akhir  
Pengujian : Pengujian Berat Jenis Semen  
Material : Semen Tonasa  
Judul : **Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat halus**  
Dikerjakan : 1. Nurul Fauziah / 312 20 042  
                  2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Menyaring semen dengan saringan No.40



Menimbang Semen yang telah disaring sebanyak 64gr.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Mengisi Botol *Le Chatelier* dengan minyak tanah.



Memasukkan Botol *Le Chatelier* yang berisi minyak tanah kedalam cawan yang berisi es batu lalu mengamati termometer dan mencatat ( $V_1$ )



Setelah pembacaan  $V_1$ , mengeluarkan botol *Le Chatelier* dan dikeringkan, lalu menambahkan semen kedalam botol *Le Chatelier* yang berisi minyak tanah.



Memasukkan botol *Le Chatelieryang* berisi minyak tanah dan semen kedalam cawan berisi es batu. Lalu mengamati termometer. Bila suhu telah mencapai maka membaca skala dan mencatat  $V_2$ .

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK SEMEN**



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

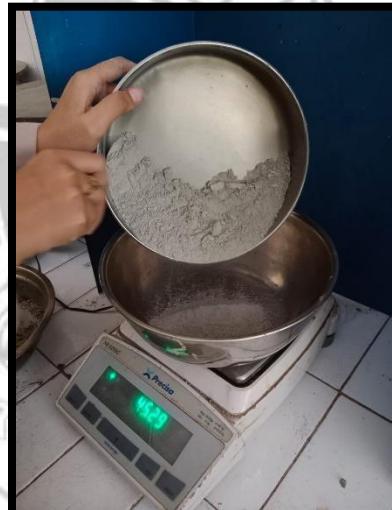
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

Proyek	: Tugas Akhir
Pengujian	: Pengujian Konsistensi Semen
Material	: Semen Tonasa
Judul	: <b>Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat halus</b>
Dikerjakan	: 1. Nurul Fauziah / 312 20 042 2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Menyaring Semen  
dengan saringan No.40



Menimbang Semen  
sebanyak 650gr.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Menimbang air sebanyak 30% dari berat semen.



Memasukkan semua bahan kedalam mangkuk mixer.



Menekan tombol start pada mixer,dan dinyalakan hingga ±15 menit



Membersihkan pasta pada dinding mangkuk menggunakan spatula.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Mengambil pasta sebesar bola tennis lalu melempar kekanan dan kekiri sebanyak 6 kali.



Mengoleskan Vaselin pada cincin konik.



Memasukkan pasta kedalam cincin konik yang berada diatas meja leleh lalu meratakan pasta.



Melepas cincin konik dari pasta.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

---



Memutar meja leleh  
sebanyak 25 kali ketukan.



Mengukur diameter pasta  
sebanyak 4 kali ( $d_1, d_2, d_3$  dan  
 $d_4$ ) lalu menghitung rata-  
ratanya.





**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK SEMEN**

Proyek : Tugas Akhir  
Pengujian : Pengujian Waktu Pengikatan Semen  
Material : Semen Thonasa.  
Judul : **Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat halus**  
Dikerjakan : 1. Nurul Fauziah / 312 20 042  
                  2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Menyaring Semen  
dengan saringan No.40



Menimbang Semen  
sebanyak 650gr.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Menimbang air sebanyak 30% dari berat semen.



Memasukkan semua bahan kedalam mangkuk mixer.



Menekan tombol start pada mixer,dan dinyalakan hingga ±15 menit



Membersihkan pasta pada dinding mangkuk menggunakan spatula.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Mengambil pasta sebesar bola tennis lalu melempar kekanan dan kekiri sebanyak 6 kali.



Mengoleskan Vaselin pada cincin konik.



Memasukkan pasta kedalam cincin konik yang berada diatas meja leleh lalu meratakan pasta.



Melepas cincin konik dari pasta.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Memutar meja leleh sebanyak 25 kali ketukan.



Mengukur diameter pasta sebanyak 4 kali ( $d_1, d_2, d_3$  dan  $d_4$ ) lalu menghitung rata-ratanya.



Mengoleskan vaselin pada cincin konik dan plat kaca.



Memasukkan pasta kedalam cincin konik.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Memasukkan cincin konik dan plat kaca yang berisi pasta kedalam alat vicat.



Menjatuhkan jarum tiap 15 menit dan melakukan pembacaan setiap jarus dijatuhkan.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

**DOKUMENTASI PEMBUATAN BENDA UJI  
DAN PENGUJIAN KUAT TEKAN**

Proyek : Tugas Akhir  
Material : 1. Pasir Quary Bili-bili Kab.Gowa  
              2. Limbah Pecahan Marmer  
              3. Semen Tonasa  
Judul : **Kuat Tekan Mortar dengan Limbah Pecahan Marmer sebagai Substitusi Agregat halus.**  
Dikerjakan : 1. Nurul Fauziah / 312 20 042  
              2. Mutia Dwita Putri M. / 312 20 049

➤ Dokumentasi Kegiatan



Menakar bahan sesuai dengan perencanaan campuran.



Mencampur bahan dengan mangkok mixer sebelum dicampur dengan mixer.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Mencampur agregat hingga homogen.



Memasukkan campuran kedalam cetakan yang telah diberi vaselin. Lalu didiamkan selama  $\pm$  24 jam



Membuka cetakan



Memberi Nomor dan tanggal pembuatan sampel.



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN DAN BETON**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245



Merendam sampel hingga umur yang direncanakan.



Mengangkat Sampel yang telah memenuhi umur perencanaan dan didiamkan selama  $\pm 24$  jam.



Menimbang sampel sebelum diuji kuat tekan.



Melakukan pengujian kuat tekan dengan mesin uji kuat tekan.