

## **TUGAS AKHIR**

# **“PENGARUH JENIS AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN REACTIVE POWDER CONCRETE DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH”**



**DISUSUN OLEH :**

**EKARIUS MASTER**

**4516041077**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2022**



**LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP  
TUGAS AKHIR**

Judul : **“Pengaruh Jenis Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan  
Reactive Powder Concrete Dengan Dan Tanpa Zat  
Tambah “**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : **EKARIUS MASTER**

No.Stambuk : **45 16 041 077**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program  
Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa  
Makassar

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Dr. Ir. Syahrul Sariman ,MT.** (.....)

Pembimbing II : **Ir. Eka Yuniarto,ST.MT.** (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Ridwan, S.T., M.Si.**  
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil

**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.**  
NIDN.00-010565-02



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Ekarius Master**

Nomor Stambuk : **45 16 041 077**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **Pengaruh Jenis Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete Dengan Dan Tanpa Zat Tambah**

mengatakan dengan sebenarnya bahwa

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalihmediakan / mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Februari 2022

Yang membuat pernyataan



**( Ekarius Master )**

**45 16 041 077**

## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat, kasih karunia yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH JENIS AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN REACTIVE POWDER CONCRETE DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH”** Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Dalam penelitian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan-bantuan pihak lain dalam memberi bantuan dan bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Tuha yang Maha Esa tempat meminta dan memohon pertolongan
2. Kepada orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
3. Bapak Dr. Ir. Syahrul Sariman, MT sebagai pembimbing I, dan Bapak Ir. Eka Yuniarto, ST. MT sebagai pembimbing II dan selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan yang suda meluangkan

waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Dr. Ir. Syahrul Sariman, MT selaku ketua KBK struktur
5. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
6. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T. sebagai Ketua Jurusan Sipil Universitas Bosowa.
7. Seluruh dosen serta staf Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas segala arahan dan bantuannya.
8. PT. Sika Indonesia, yang telah memberikan material silika fume dan sikament LN.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan tugas akhir ini masi banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Makassar,.....Februari 2022

Ekarius Master

**PENGARUH JENIS AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN  
REACTIVE POWDER CONCRETE DENGAN DAN TANPA ZAT  
TAMBAH**

Oleh : Ekarius Master <sup>1)</sup>, Syahrul Sariman<sup>2)</sup>, Eka Yuniarto<sup>3)</sup>

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton reactive powder concrete yang menggunakan pasir dan abu batu sebagai material pengganti pasir silika dan untuk mengetahui pengaruh penambahan *superplasticizer* pada beton variasi. Metode penelitian ini adalah membandingkan persentase peningkatan kuat tekan beton menggunakan *superplasticizer* terhadap masing-masing beton variasi tanpa *superplasticizer*. Persentase peningkatan kuat tekan dari pasir 50% dan 50%+*superplasticizer* sebesar 4.01%, pasir 100% dan 100%+*superplasticizer* sebesar 1.49%. Persentase peningkatan kuat tekan dari abu batu 50% dan 50%+*superplasticizer* sebesar 17.44%, abu batu 100% dan 100%+*superplasticizer* sebesar 4.75%. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase penggantian pasir silika dengan pasir sungai, maka semakin kecil kuat tekan beton. Demikian pula penggantian pasir silika dengan abu batu, dimana kuat tekannya semakin menurun dengan bertambah besarnya persentase penggantian pasir silika. Penggunaan *superplasticizer* pada beton variasi tidak meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan yg melampaui kuat tekan beton kontrol.

Kata kunci: Reactive powder concrete, pasir silika, pasir sungai, abu batu, *superplasticizer*

# THE EFFECT OF FINE AGGREGATE TYPES ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF REACTIVE POWDER CONCRETE WITH AND WITHOUT ADDITIONAL SUBSTANCES

By : Ekarius Master <sup>1)</sup>, Syahrul Sariman<sup>2)</sup>, Eka Yuniarto<sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*This study aims to determine the compressive strength of reactive powder concrete using sand and rock ash as a substitute for silica sand and to determine the effect of adding superplasticizer to variation concrete. The method of this research is to compare the percentage increase in the compressive strength of concrete using a superplasticizer against each variation of concrete without superplasticizer. The percentage increase in compressive strength of 50% sand and 50%+superplasticizer is 4.01%, 100% sand and 100%+superplasticizer is 1.49%. The percentage increase in compressive strength of rock ash 50% and 50%+superplasticizer is 17.44%, 100% stone ash and 100%+superplasticizer is 4.75%. The results of this study can be concluded that the greater the percentage of silica sand replacement with river sand, the lower the compressive strength of the concrete. Similarly, the replacement of silica sand with rock ash, where the compressive strength decreases with increasing percentage of silica sand replacement. The use of superplasticizer in variation concrete did not significantly increase the compressive strength of the concrete which exceeded the control concrete's compressive strength.*

*Keywords: Reactive powder concrete, silica sand, river sand, rock ash, superplasticizer*

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| Halaman Judul.....                          | i    |
| Lembar Pengajuan .....                      | ii   |
| Lembar Pengesahan .....                     | iii  |
| Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....        | iv   |
| Prakata.....                                | v    |
| Abstrak .....                               | vii  |
| Daftar Isi .....                            | ix   |
| Daftar Gambar.....                          | xi   |
| Daftar Tabel.....                           | xii  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                    |      |
| 1.1 Latar Belakang .....                    | I-1  |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                   | I-2  |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....     | I-3  |
| 1.3.1 Tujuan .....                          | I-3  |
| 1.3.2 Manfaat Penelitian.....               | I-3  |
| 1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah ..... | I-4  |
| 1.4.1 Ruang Lingkup .....                   | I-4  |
| 1.4.2 Batasan Masalah.....                  | I-4  |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....             | I-5  |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>              |      |
| 2.1 Beton Mutu Tinggi.....                  | II-1 |
| 2.2 Beton Reactive Powder Concrete .....    | II-3 |

|  |       |
|--|-------|
| 2.2.1 Pengertian Beton Reactive Powder Concrete (RPC) .....        | II-3  |
| 2.2.2 Keunggulan dan kekurangan RPC .....                          | II-4  |
| 2.3 Material Penyusun Beton RPC .....                              | II-5  |
| 2.3.1 Semen Portland .....   | II-6  |
| 2.3.2 Silica Fume .....  | II-7  |
| 2.3.3 Air .....  | II-9  |
| 2.3.4 Pasir Silika .....   | II-11 |
| 2.3.5 Agregat Halus (Pasir) .....                                  | II-12 |
| 2.3.6 Abu Batu .....   | II-13 |
| 2.3.7 <i>Superplasticizer</i> .....                                | II-14 |
| 2.4 Pengujian Karakteristik Agregat (Pasir) .....                  | II-18 |
| 2.4.1 Kadar Air .....  | II-18 |
| 2.4.2 Kadar Lumpur .....   | II-19 |
| 2.4.3 Berat Isi .....  | II-19 |
| 2.4.4 Berat Jenis dan Penyerapan untuk Agregat Halus (Pasir) ..... | II-20 |
| 2.4.5 Analisa Saringan Agregat Halus .....                         | II-21 |
| 2.5 Perawatan Beton (Curing Treatment) .....                       | II-22 |
| 2.6 Pengujian Kuat Tekan (Compressive Strength Test) .....         | II-23 |
| 2.7 Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan RPC .....                    | II-24 |
| 2.8 Sifat Mekanik .....  | II-25 |
| 2.9 Aplikasi Konstruksi .....                                      | II-27 |
| 2.10 Penelitian Terdahulu Yang Pernah Dilakukan .....              | II-28 |

## BAB III METODE PENELITIAN

|  |       |
|--|-------|
| 3.1 Bagan Alir Penelitian.....   | III-1 |
| 3.2 Jenis Penelitian.....  | III-3 |
| 3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian.....   | III-3 |
| 3.4 Data dan Sumber Data .....   | III-3 |
| 3.5 Variabel Penelitian .....  | III-3 |
| 3.5.1 Variabel Terikat.....  | III-3 |
| 3.5.2 Variabel Bebas .....   | III-4 |
| 3.6 Tahapan Penelitian.....  | III-4 |
| 3.6.1 Tahap persiapan .....  | III-4 |
| 3.6.2 Tahap pengujian karakteristik Agregat.....   | III-4 |
| 3.6.3 Tahap pembuatan benda uji .....  | III-5 |
| 3.6.4 Tahap perawatan Benda Uji .....  | III-5 |
| 3.6.5 Tahap pengujian kuat tekan beton .....   | III-5 |
| 3.6 Referensi Pengujian .....  | III-5 |
| 3.8 Notasi dan Jumlah Sampel .....   | III-6 |
| 3.7 Metode Analisis.....   | III-6 |
| 3.9.1 Pengaruh penggantian pasir silika dengan pasir sungai terhadap<br>kuat tekan beton RPC ..... | III-6 |
| 3.9.2 Pengaruh penggantian pasir silika dengan abu batu terhadap kuat<br>tekan beton RPC .....     | III-6 |
| 3.9.3 Pengaruh penggunaan <i>superplasticizer</i> terhadap kuat tekan beton<br>RPC .....           | III-7 |

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|   |       |
|---|-------|
| 4.1 Hasil Pengujian.....  | IV-1  |
| 4.1.1 Karakteristik Pasir .....   | IV-1  |
| 4.1.2 Hasil Mix Design Beton Reactive Powder Concrete .....   | IV-2  |
| 4.1.3 Hasil Kuat Tekan Beton Kontrol .....  | IV-3  |
| 4.1.4 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi .....  | IV-4  |
| 4.2 Pembahasan .....  | IV-6  |
| 4.2.1 Pengaruh penggantian pasir silika dengan pasir sungai .....   | IV-6  |
| 4.2.2 Pengaruh penggantian pasir silika dengan abu batu.....  | IV-8  |
| 4.2.3 Pengaruh penggantian pasir silika dengan pasir sungai dan menggunakan <i>superplasticizer</i> ..... | IV-9  |
| 4.2.4 Pengaruh penggantian pasir silika dengan abu batu dan menggunakan <i>superplasticizer</i> .....     | IV-10 |

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 5.1 Kesimpulan ..... | V-1   |
| 5.2 Saran.....       | V-2   |
| Daftar Pustaka.....  | xvi   |
| Lampiran .....       | xviii |

## DAFTAR GAMBAR

|            |   |       |
|------------|---|-------|
| Gambar 3.1 | Bagan alir penelitian .....   | III-2 |
| Gambar 4.1 | Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi pasir terhadap pasir silika .....                      | IV-7  |
| Gambar 4.2 | Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi abu batu terhadap pasir silika .....                   | IV-9  |
| Gambar 4.3 | Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi pasir dan menggunakan <i>superplasticizer</i> .....    | IV-10 |
| Gambar 4.4 | Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi abu batu dan menggunakan <i>superplasticizer</i> ..... | IV-11 |
| Gambar 4.5 | Perbandingan nilai kuat tekan beton tanpa SP dan dengan SP .....  | IV-12 |
| Gambar 4.6 | Perbandingan kuat tekan beton RPC kontrol dan Variasi .....   | IV-13 |

## DAFTAR TABEL

|  |       |
|--|-------|
| Table 2.1 Empat senyawa kimia utama dari semen Portland.....       | II-6  |
| Table 2.2 Komposisi Kimia dan Fisika Silica Fume .....             | II-9  |
| Tabel 2.3 Gradasi Agregat Halus.....                               | II-13 |
| Tabel 3.1 Referensi Pengujian.....                                 | III-5 |
| Tabel 3.2 Notasi sampel .....                                      | III-6 |
| Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pasir.....                  | IV-1  |
| Tabel 4.2 Komposisi Campuran Beton RPC .....                       | IV-2  |
| Tabel 4.3 Komposisi Beton RPC Variasi Pasir.....                   | IV-2  |
| Tabel 4.4 Komposisi Beton RPC Variasi Abu Batu .....               | IV-3  |
| Tabel 4.5 Hasil pengujian kuat tekan beton kontrol tanpa SP .....  | IV-3  |
| Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat tekan beton kontrol dengan SP ..... | IV-3  |
| Tabel 4.7 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir       |       |
| 50% .....  | IV-4  |
| Tabel 4.8 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir       |       |
| 50% + SP.....  | IV-4  |
| Tabel 4.9 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir       |       |
| 100%.....  | IV-4  |
| Tabel 4.10 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir      |       |
| 100% +SP .....   | IV-5  |
| Tabel 4.11 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu   |       |
| 50% .....  | IV-5  |
| Tabel 4.12 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu   |       |

50% + SP ..... IV-5

Tabel 4.13 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu

100% ..... IV-6

Tabel 4.14 Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu

100% + SP ..... IV-6

Tabel 4.15 Selisih dan persentase peningkatan kuat tekan beton RPC yang menggunakan pasir..... IV-8

Tabel 4.16 Selisih dan persentase peningkatan kuat tekan beton RPC yang menggunakan abu batu..... IV-9

Tabel 4.17 Persentase peningkatan kuat tekan beton menggunakan SP terhadap masing-masing beton variasi tanpa SP ..... IV-12

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan di Indonesia saat ini. Material penyusun beton konvensional pada umumnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air sebagai pengikat. Namun seiring dengan perkembangan zaman teknologi beton semakin berkembang. Salah satu teknologi beton terbaru yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan material konstruksi beton berkekuatan tinggi adalah reactive powder concrete (RPC).

Reactive Powder Concrete adalah inovasi beton mutu tinggi yang mengoptimalkan penggunaan material, RPC tidak menggunakan agregat kasar, material penyusunnya terdiri dari semen, silica fume, pasir silika atau pasir kuarsa, sebagai pengganti agregat kasar, air dan *superplasticizer*. Dengan ukuran agregat yang sangat kecil maka campuran tersebut dapat menjadi campuran yang sangat homogen dan padat. RPC pertama kali dikembangkan oleh P. Richard dan M. Cheyrezy di Prancis pada tahun 1990-an dan struktur bangunan yang pertama kali menerapkan teknologi beton RPC adalah Jembatan Sherbrooke di Kanada yang didirikan pada tahun 1997.

Sebagai komponen struktur yang dominan dalam dunia konstruksi di Indonesia, maka beton membutuhkan perkembangan dan inovasi terbaru sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan sehingga beton

memiliki kinerja tinggi, dapat membangun struktur yang kuat, tahan lama, dan peka terhadap lingkungan. Salah satu inovasi tersebut adalah RPC.

Pada penelitian ini penulis memanfaatkan jenis agregat halus seperti pasir dan abu batu sebagai material pengganti pasir silika baik pengganti parsial maupun seluruhnya pada beton variasi, sehingga dapat diketahui nilai kuat tekan beton RPC yang menggunakan pasir dan abu batu sebagai material pengganti pasir silika, dengan menggunakan zat tambah dan tanpa zat tambah. Dari latar belakang di atas diambil penelitian berjudul: **PENGARUH JENIS AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN REACTIVE POWDER CONCRETE DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH.**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimana memperoleh kuat tekan beton RPC dengan komposisi yang ditentukan?
2. Berapa nilai kuat tekan beton RPC yang menggunakan pasir dan abu batu sebagai material pengganti pasir silika?
3. Bagaimana pengaruh penambahan *superplasticizer* pada beton variasi dengan variasi pasir dan abu batu?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan**

Bedasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk memproleh kuat tekan beton RPC dengan komposisi yang ditentukan.
2. Untuk memproleh kuat tekan beton RPC variasi yang menggunakan pasir dan abu batu sebagai material pengganti pasir silika.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *superplasticizer* pada beton variasi dengan variasi pasir dan abu batu sebagai material pengganti pasir silika pada beton RPC terhadap kuat tekan beton.

### **1.3.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan tentang beton RPC.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pengaruh penambahan pasir dan abu batu sebagai material pengganti pasir silika pada beton RPC.
3. Mengetahui manfaat penggunaan *superplasticizer* pada beton RPC.

## **1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

### **1.4.1 Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian karakteristik pasir
2. Membuat mix beton kontrol dan variasi dengan komposisi yang ditentukan
3. Pembuatan beton kontrol dan beton variasi
4. Melakukan perawatan beton
5. Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari
6. Melakukan analisis pengujian

### **1.4.2 Batasan Masalah**

Dalam pembahasan ini penulis memberikan batasan masalah dengan maksud agar tujuan dari pada penulisan dapat tercapai dan dipahami, adapun batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Material silica fume dan *superplasticizer* di peroleh dari PT.Sika Indonesia
2. Variasi penggunaan abu batu adalah 50%,50% + SP,100%,dan 100% + SP
3. Variasi penggunaan pasir adalah 50%,50% + SP,100%,dan 100% + SP
4. Tidak meneliti karakteristik silica fume, pasir silika, abu batu, dan semen

5. Material pasir dan abu batu yang digunakan diambil dari Bili-Bili Gowa

## **1.5 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Merupakan gambaran singkat tentang pola umum penyajian tugas akhir yang berisi uraian latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, batasan masalah, gambaran umum penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang landasan teori yang menjadi acuan untuk proses pengambilan data, analisa data serta pembahasan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang pelaksanaan penelitian di laboratorium yang meliputi: diagram alur penelitian, metode pengujian, metode analisis alat dan bahan yang digunakan, serta prosedur penelitian.

### **BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN**

Bab ini merupakan inti dari keseluruhan materi pembahasan, dimana dikemukakan hasil-hasil dari pengujian mengenai karakteristik agregat, komposisi rancangan campuran beton RPC, hasil kuat tekan rata-rata dan perbandingan kuat tekan beton kontrol dengan beton yang menggunakan pasir dan abu batu.

## **BAB V PENUTUP**

Dalam bab ini menyajikan kesimpulan akhir yang diperoleh dari hasil pengujian yang telah dibahas serta saran perbaikan dan pengembangan hasil penelitian.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Beton Mutu Tinggi**

Beton mutu tinggi merupakan beton yang mempunyai kuat tekan yang lebih besar dari beton mutu normal. Menurut ACI21.4R-93 (ACI Committee:1996) beton mutu normal adalah beton yang mempunyai nilai kuat tekan kurang dari 41 MPa, beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai batasan minimum untuk nilai kuat tekan 41 MPa atau 6000 psi. Sedangkan menurut SNI Pd-T-04-2004-C beton mutu tinggi adalah beton dengan kuat tekan yang disyaratkan  $f'_c$  40 MPa – 80 MPa berdasarkan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pemakaian beton mutu tinggi dapat memberikan beberapa keuntungan tergantung jenis pemakaiannya antara lain sebagai berikut:

a. Pada gedung bertingkat.

- Memperkecil dimensi kolom dan balok sehingga mengurangi berat gedung secara keseluruhan.
- Memberikan sistem pondasi yang lebih ekonomis sebagai akibat dari berkurangnya berat struktur.

b. Pada struktur jembatan beton pratekan.

- Memperkecil lendutan balok jembatan.
- Mengurangi penggunaan baja pratekan.
- Memperkecil dimensi penampang balok.

- c. Pada beton pracetak, mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan pada waktu pengangkutan dan pemasangan beton.

Selain memiliki banyak kelebihan, penggunaan beton mutu tinggi pada suatu struktur teknik sipil juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu dari segi pembiayaan, tenaga, dan waktu pelaksanaan konstruksi. Kelemahan penggunaan beton mutu tinggi adalah sebagai berikut:

- Pembuatan beton mutu tinggi memerlukan bahan-bahan dengan mutu yang sangat baik (high quality) namun sulit untuk diperoleh pada lokasi pekerjaan dan harga yang relatif lebih mahal.
- Dalam pembuatannya diperlukan ketelitian dan pengawasan yang ketat agar mendapatkan mutu beton sesuai dengan perencanaan.

Berdasarkan kekuatan beton, beton dikelompokkan sebagai berikut:

1. Beton normal, kuat tekan yang dicapai kurang dari 45 MPa.
2. Beton mutu tinggi (High Strength Concrete/HSC) yang memiliki kuat tekan 45 - 90 MPa.
3. Beton mutu sangat tinggi (Ultra High Strength Concrete/ UHSC) memiliki kuat tekan diatas 90 MPa.
4. Reactive Powder Concrete (RPC) ini merupakan generasi baru dalam kelompok beton yang sedikit berbeda dengan ketiga beton sebelumnya, kekuatan yang dimilikinya antara 200 - 800 MPa.

## 2.2. Beton Reactive Powder Concrete

### 2.2.1. Pengertian Beton Reactive Powder Concrete (RPC)

Reactive powder concrete (beton bubuk reaktif) adalah jenis beton baru yang memiliki kuat tekan ultra tinggi. Komponen penyusunnya adalah bubuk sangat halus yang memiliki kandungan silika tinggi. Reactive Powder Concrete merupakan mortar yang terbuat dari material yang memiliki kehalusan tertentu yang diharapkan akan terjadi reaksi lanjutan antara bahan penyusun sehingga didapatkan kekuatan yang lebih tinggi. RPC adalah beton tanpa agregat kasar, memiliki homogenitas campuran yang baik sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang sangat tinggi.

Prinsip dasar pembuatan RPC menurut Richard P dan Cheyrezy:

- a. Peniadaan agregat kasar untuk meningkatkan homogenitas beton.
- b. Penggunaan silica fume untuk reaksi pozzolanik.
- c. Optimalisasi campuran material granular agar terjadi peningkatan kerapatan dan terbentuknya matriks beton ultra padat.
- d. Penerapan tekanan pada beton segar untuk memperoleh pemadatan terbaik.
- e. Penggunaan faktor air semen ekstrim rendah guna mengurangi jumlah pori-pori dan kapiler sehingga impermeabilitas meningkat yang menghasilkan durabilitas dan kekuatan superior.
- f. Penggunaan *superplasticizer* dalam dosis tinggi guna memperoleh kececekan/kemudahan kerja ( *workability* ) yang baik.

### 2.2.2. Keunggulan dan kekurangan RPC

Penggunaan RPC pada konstruksi dapat memberikan beberapa keunggulan dibandingkan dengan beton konvensional, antara lain:

- a. *Superior dalam hal kuat tekan*: Kuat tekan RPC 4 kali lebih besar dibandingkan kuat tekan beton normal, sehingga dapat mereduksi beban mati dengan dimensi struktur yang lebih ramping.
- b. *Superior dalam hal daktilitas*: Daktilitas RPC rata – rata 300 kali lebih besar dibanding high performance concrete (HPC) yang menggunakan agregat kasar, memberikan tingkat keandalan (*reliability*) struktur yang lebih besar bahkan pada kondisi beban berlebihan atau beban gempa.
- c. *Superior dalam hal durabilitas (keawetan)*: Durabilitas RPC yang tinggi berdampak pada berkurangnya biaya perawatan. RPC memiliki ketahanan aus tinggi yang dapat meningkatkan umur penggunaan lantai jembatan dan lantai industri. RPC juga memiliki daya tahan tinggi terhadap korosi sehingga memberikan perlindungan yang cukup baik dalam lingkungan yang ekstrim.
- d. *Tanpa tulangan baja*: RPC mengeliminasi penggunaan tulang baja, hal ini mengurangi biaya buruh yang dipakai untuk merakit dan memasang tulangan.
- e. *Mereduksi ketebalan elemen beton*: Memberikan keuntungan pada penghematan material dan biaya.
- f. Kualitas permukaan beton sangat halus.

Disamping memberi beberapa keunggulan, RPC juga memiliki beberapa kelemahan antara lain sebagai berikut:

- a. *kandungan semen tinggi*: Berat semen dalam RPC berkisar antara 800-1000 kg/m<sup>3</sup> (3-4 kali lebih besar dibandingkan beton normal) mengakibatkan biaya produksi tinggi dan menghasilkan efek negative dari panas hidrasi yang menyebabkan masalah susut.
- b. *RPC secara umum mahal*, dan tidak dapat menggantikan beton konvensional pada keseluruhan aplikasi. Hal ini terjadi apabila campuran beton konvensional telah memenuhi kriteria kinerja (performance) dengan biaya yang lebih ekonomis.

### **2.3. Material Penyusun Beton RPC**

Beton mutu tinggi tercipta akibat dari kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi, laju pembangunan semakin luas dan menuntut kebutuhan material untuk menjadi lebih mutakhir, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Oleh karena itu dilakukan penelitian dalam bidang teknologi beton mutu tinggi, guna meningkatkan kekuatan serta sifat-sifat lainnya. Suatu pencapaian pada penelitian beton mutu tinggi sekarang adalah penggunaan material pozzolanik dan material bersifat semen (cementitious material) dalam campuran beton, sehingga dapat menghasilkan beton dengan mutu yang lebih baik. Material penyusun RPC antara lain terdiri dari semen portland, pasir kuarsa, silica fume, dan *superplasticizer*.

### 2.3.1. Semen Portland

Menurut ASTM C-150,1985. Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menggiling terak besi (klinker) yang mengandung kalsium silikat yang bersifat hidrolis, digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan lain. Semen digunakan dalam pembuatan beton sebagai bahan pengikat antara satu komponen penyusun beton dengan komponen lainnya dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Penambahan air pada semen akan menghasilkan suatu pasta semen yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu, sedangkan jika ditambah air dan pasir akan menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton.

**Table 2.1** Empat senyawa kimia utama dari semen Portland

| Nama Oksida Utama          | Rumus Empiris                      | Rumus oksida  | Notasi pendek         | Kadar rata-rata (%) |
|----------------------------|------------------------------------|---|-----------------------|---------------------|
| Trikalsium Silikat         | $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$          | $3\text{CaO}.\text{SiO}_2$                                | $\text{C}_3\text{S}$  | 50                  |
| Dikalsium Silikat          | $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$          | $2\text{CaO}.\text{SiO}_2$                                | $\text{C}_2\text{S}$  | 25                  |
| Trikalsium Aluminat        | $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ | $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$                       | $\text{C}_3\text{A}$  | 12                  |
| Tetrakalsium Aluminoferrit | $2\text{Ca}_2\text{AlFeO}_5$       | $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{C}_4\text{AF}$ | 8                   |

(Sumber : Paula Nugraha & Antoni,2007)

### 2.3.2. Silica Fume

Menurut standar *Spesification for Silica Fume for Use in Hydraulic Cemen Concrete and Mortar* (ASTM-C618-86), silica fume merupakan bahan yang mengandung SiO<sub>2</sub> lebih besar dari 85% dan merupakan bahan yang sangat halus berbentuk bulat dan berdiameter 1/100 diameter semen (Kusumo, 2013). Menurut Subakti, silica fume mempunyai peranan penting terhadap pengaruh sifat kimia dan mekanik beton. Ditinjau dari sifat kimianya, secara geometris silica fume mengisi rongga-rongga diantara bahan semen, dan mengakibatkan diameter pori mengecil serta total volume pori juga berkurang. Sedangkan dari sifat mekaniknya, silica fume memiliki reaksi yang bersifat pozzolan yang bereaksi terhadap batu kapur yang dilepas semen (Kusumo, 2013). Karena kandungan SiO<sub>2</sub> yang cukup tinggi, hidrasi air dan semen akan menghasilkan Ca(OH)<sub>2</sub> yaitu bahan yang mudah larut dalam air. Kalsium hidroksida Ca(OH)<sub>2</sub> ini bereaksi dengan silica oksida (SiO<sub>2</sub>) membentuk kalsium silikat hidrat, dimana C-S-H ini mempengaruhi kekerasan beton.

Keuntungan dalam penggunaan silica fume dapat ditinjau pada dua kondisi:

1. Saat beton dalam proses pengikatan:
  - a. Memudahkan pengerjaan (workability)
  - b. Mengurangi perembesan air dan beton (bleeding), dan
  - c. Memberikan waktu pengikatan (setting time) yang lama.

## 2. Saat beton dalam kondisi keras:

- a. Meningkatkan kuat tarik
- b. Meningkatkan kuat lentur
- c. Memperkecil susut dan rangkai
- d. Meningkatkan ketahanan terhadap sulfat dan dari lingkungan agresif
- e. Sebagai penetrasii klorida
- f. Permeabilitas lebih kecil, dan
- g. Ketahanan terhadap keausan tinggi.

Keuntungan fisik yang diperoleh dari partikel silica fume yang halus untuk menempati ruang yang sangat rapat dengan partikel agregat dengan adonan semen yang merupakan daerah kelemahan dari beton yang merupakan alasan timbulnya efek dinding yang mencegah bersatunya semen Portland dengan permukaan agregat. Bagian ini yang nantinya akan diisi oleh partikel dari silica fume yang sangat halus sehingga air tidak terperangkap di dalam partikel padat sehingga sifat menyerap dari daerah bidang pemisah agregat lebih kecil dibanding dengan tanpa silica fume.

Menurut Neville, penggunaan silica fume dengan jumlah yang rendah (dibawah 5% dari berat semen) tidak menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi dari beton karena jumlah silica fume tidak akan mencukupi untuk menutupi permukaan seluruh partikel dari agregat kasar, namun penggunaan silica fume yang menguntungkan juga terbatas tidak lebih dari 10% dari berat semen yang digunakan, hal ini disebabkan oleh

penggunaan silica fume yang berlebih tidak akan dapat menutupi permukaan agregat (Kusumo, 2013).

**Table 2.2** komposisi kimia dan fisika silica fume

| Kimia   | Berat Dalam Persen (%) |
|---|------------------------|
| SiO <sub>2</sub>                              | 92.0-94.0              |
| Karbon  | 3.0-5.0                |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                | 0.10-0.50              |
| CaO   | 0.10-0.15              |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                | 0.20-0.30              |
| MgO   | 0.10-0.20              |
| MnO   | 0.008                  |
| K <sub>2</sub> O                              | 0.10                   |
| Na <sub>2</sub> O                             | 0.10                   |
| Fisika  | Berat Dalam Persen (%) |
| Berat jenis                                   | 2.02                   |
| Rata-rata ukuran partikel                     | 0.10                   |
| Lolos ayakan No.35 dalam %                    | 99.00                  |
| Keasaman p <sup>H</sup> (10% air dan salurry) | 7.30                   |

(Sumber :Yogendran,et al.,ACI Material Journal,Maret-April 1987.)

### 2.3.3. Air

Air merupakan salah satu bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting dan paling murah diantara bahan yang lainnya. Penggunaan air digunakan untuk mereaksikan semen sehingga menghasilkan pasta semen yang berfungsi untuk mengikat agregat. Penggunaan air juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dan pada penggunaan fas yang terlalu tinggi mengakibatkan bertambahnya kebutuhan air sehingga mengakibatkan pada saat kering beton mengandung banyak pori yang nantinya berdampak pada kuat tekan beton yang rendah. Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1 Air harus bersih.
- 2 Kandungan lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya tidak boleh lebih dari 2 gram/liter.
- 3 Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
- 4 Tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter. Kualitas beton akan berkurang jika air mengandung kotoran. Lumpur yang terdapat di dalam air di atas 2 gram/liter dapat mengurangi kekuatan beton.
- 5 Air yang berlumpur terlalu banyak dapat diendapkan dulu sebelum dipakai, dalam kolam pengendap (Tjokrodimuljo, 2012).

Menurut Standar SK SNI - 03 - 2847 - 2002, syarat-syarat air sebagai bahan pembuatan beton adalah sebagai berikut:

- 1) Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- 2) Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- 3) Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton.

#### 2.3.4. Pasir Silika

Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan *feldspar*. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur  $1.715^\circ\text{C}$ , bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas  $12^\circ\text{C}-100^\circ\text{C}$ .

Dalam pembuatan RPC digunakan pasir kuarsa (quartz sand) dengan ukuran partikel  $150-600 \mu\text{m}$ . Tujuan digunakan agregat dengan ukuran kecil adalah untuk meningkatkan kerapatan atau kekompakan dan memicu terbentuknya matriks beton ultra padat sehingga beton bisa mencapai kinerja yang tinggi. Berdasarkan penelitian Divya et al. (2017), material kuarsa murni memiliki ciri tidak berwarna dan transparan layaknya seperti batuan beku dan hampir semua batuan metamorf dan sedimen. RPC dapat memberikan sokongan terhadap keawetan (durability) berupa ketahanan terhadap suhu dan serangan asam sulfat.

### 2.3.5. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5 mm. Pasir yang digunakan dalam campuran adukan beton harus memenuhi syarat-syarat seperti tertera pada PBI 1971 Bab 3.3 , yaitu:

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butiran agregat halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.
2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian yang dapat melalui saringan 0,063 mm. Bila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci dahulu sebelum digunakan pada campuran.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung zat organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan warna dari Abrams-Harder.
4. Agregat halus terdiri dari butir-butir beraneka ragam besarnya dan apabila diayak, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
  - a. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.
  - b. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.
  - c. Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% sampai 95% berat.
5. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga yang diakui.

Susunan besar butiran pada agregat halus harus memenuhi batas–batas seperti tertera pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3** Gradasi Agregat Halus

| Ayakan<br>(mm) | Batas % berat yang lewat ayakan |        |          |        |
|----------------|---------------------------------|--------|----------|--------|
|                | Umum                            | Khusus |          |        |
|                |                                 | Kasar  | Sedang   | Halus  |
| 10             | 100                             | -      | -        | -      |
| 5              | 89-100                          | -      | -        | -      |
| 2,36           | 60-100                          | 60-100 | 65-100   | 80-100 |
| 1,18           | 30-100                          | 30-90  | 45 - 100 | 70-100 |
| 0,6            | 15-100                          | 15-54  | 25-80    | 55-100 |
| 0,3            | 5-20                            | 5-40   | 5-48     | 5-70   |
| 0,15           | 0-15                            |        |          |        |

(Sumber : SK SNI S-36-1990-03)

#### 2.3.6. Abu Batu

Abu batu adalah limbah hasil dari industri pemecah batu yang berupa butiran halus yang digunakan untuk kombinasi beton. Karena jumlahnya tidak sedikit abu batu diupayakan pemanfaatannya untuk mengurangi pasir dalam campuran beton. Abu batu merupakan abu yang mengandung banyak silika, alumina dan mengandung senyawa alkali, besi, dan kapur walaupun dalam kadar yang rendah. Dari setiap daerah, komposisi abu batu digunakan dalam adukan beton terutama untuk memperbaiki sifat dari beton. Limbah batu mengandung senyawa silika yang sangat halus yang bersifat amorf sehingga mampu mengeras bila dicampur dengan semen. Senyawa yang terjadi antara silika amorf dan kapur adalah senyawa silikat kalsium yang sukar larut dalam air. Kemampuan pengerasan dari limbah batu karena adanya bagian-bagian silika amorf yang halus (Wikana & Wantutrianus, 2014)

Abu batu umumnya berwarna gelap (abu-abu kehitaman) dan terdiri dari butiran yang cukup besar. Abu batu sering digunakan menjadi bahan sampingan sebagai campuran adukan atau beton. Abu batu mudah didapatkan dan bisa di nilai murah dari segi harga, dan selain sebagai campuran adukan beton abu batu juga bisa dijadikan dasar dari pemasangan paving block maupun grass block.

### **2.3.7. Superplasticizer**

*Superplasticizer* atau nama lainnya high range water reducer adalah bahan kimia pengurang air pada campuran beton, baik beton konvensional maupun beton mutu tinggi seperti RPC. Dengan penggunaan *superplasticizer*, maka didapatkan adukan campuran beton dengan rasio air semen lebih rendah pada nilai viskositas adukan sehingga membuat beton mudah dikerjakan namun dengan perbandingan antara semen dan air sama, kuat tekan yang dimiliki beton justru menjadi lebih tinggi, bukan sebaliknya. Penggunaan *superplasticizer* pada RPC sangat penting, dikarenakan sulitnya beton tipe RPC untuk menjadi mortar dalam beberapa kasus pembuatan benda uji.

Berdasarkan penelitian Zych (2014), *superplasticizer* yang digunakan pada RPC digunakan dikarenakan rasio air semen pada RPC sangat rendah dan adanya serat pada beton juga dapat menurunkan kelecakan, sehingga penambahan *superplasticizer* diharapkan dapat memperbaiki kelecakan pada RPC.

Menurut ASTM C494, *Superplasticizer* adalah media pengurang air yang sangat efektif. Dengan adanya peran *Superplasticizer* ini maka didapatkan adukan dengan rasio semen dan air yang rendah terhadap nilai viskositas yang relatif sama atau bahkan dengan viskositas yang relatif fluids dengan rasio semen dan air yang juga sama, maka terjadi peningkatan daya tekan pada beton. Terdapat 7 jenis admixture yang mengacu pada klasifikasi ASTM C494-82.

1. Tipe A: Water Reducer (WR) atau plasticizer

Merupakan additive yang digunakan sebagai media pengurang jumlah air pada campuran beton. Hasil dari penggunaannya yaitu didapatkan adukan yang memiliki rasio air semen yang lebih rendah dengan nilai viskositas sama, ataupun nilai viskositas yang lebih encer dengan rasio air semen yang sama.

2. Tipe B: Retarder

Merupakan additive yang digunakan sebagai media untuk memperlambat atau menghambat proses ikatan (setting time) pada campuran beton. Bahan tambah ini menjadi sangat berguna saat diperlukannya rentang waktu antara proses mixing dengan proses bongkar muat beton. Penggunaan retarder juga berguna apabila rentang jangkauan batching plant dengan lokasi pengecoran cukup jauh untuk ditempuh, sehingga membutuhkan waktu bagi beton untuk tidak mengeras.

### 3. Tipe C: Accelerator

Merupakan additive yang digunakan sebagai media yang mempercepat waktu setting beton. Pengaplikasian accelerator yaitu saat pemasukan pada campuran dilakukan di daerah yang memerlukan pengerasan beton segera.

### 4. Tipe D: Water Reducer Retarder (WRR)

Merupakan additive yang memiliki 2 fungsi yaitu sebagai media pengurang persentase air dan melambatkan waktu setting.

### 5. Tipe E: Water Reducer Accelerator

Merupakan additive yang memiliki kegunaan yaitu dapat mengurangi persentase air dan mempercepat waktu setting.

### 6. Tipe F: High Range Water Reducer (HRWR)

Merupakan additive yang digunakan sebagai komponen yang berfungsi ganda, yaitu sebagai media pengurang persentase air dan meningkatkan waktu setting antara air+semen dan setting beton. Additive pada umumnya diaplikasikan dengan jumlah ringan jika dibandingkan dengan material campuran utama, dengan ini tingkat kesulitan dalam hal kontrol menjadi lebih tinggi dari pengerjaan beton konvensional. Hal ini bertujuan agar menghindari terjadinya kelebihan dosis pada beton, karena dosis yang berlebih bisa berimbas pada turunnya kualitas dan performa beton.

## 7. Tipe G: Water Reducing, High Range and Retarding

Merupakan additive yang digunakan sebagai media tipe G, yaitu berfungsi sebagai pengurang jumlah air yang digunakan dalam campuran beton dengan tipe tertentu serta menghambat setting time atau waktu ikat beton.

Pada penelitian ini digunakan *Superplasticizer* sikament In yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk produksi beton yang mengalir atau bahan untuk mengurangi air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi, bebas kalori serta sesuai dengan ASTM C 494-92 tipe F.

Kegunaan sikament LN ini sebagai superplasticizer dalam produksi beton yang mengalir sebagai berikut:

- Pelat dan Pondasi.
- Dinding, kolom dan dermaga.
- Bangunan ramping dengan penulangan rapat.
- Permukaan dengan finishing bertekstur.

Juga berfungsi sebagai bahan pengurang air untuk beton dengan kekuatan tinggi sebagai berikut:

- Beton pra-cetak.
- Beton pra-tekan.
- Jembatan dan struktur penyangga.
- Area dimana cetakan atau bekesting harus cepat dipindahkan atau segera dibeban. Karakteristik *Superplasticizer* sikament In ini berupa:

- Kelecekan (workability) meningkat tajam.
- Memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat.
- Mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan.
- Waktu pengerasan normal tanpa perlambatan (retardation).
- Mengurangi resiko pemisahan (segregation) secara signifikan.
- Pengurangan air hingga 20% akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam umur 28 hari.

#### **2.4. Pengujian Karakteristik Agregat (Pasir)**

Pengujian karakteristik material agregat meliputi:

##### **2.4.1 Kadar Air**

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dengan persen (%). Berat air yang terkandung dalam agregat besar sekali 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.

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut:

$$W: \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dengan:

W: Kadar air (%)

$W_1$ : Berat agregat sebelum dioven (gr)

$W_2$ : Berat agregat setelah dioven (gr)

#### 2.4.2 Kadar Lumpur

Agregat yang cocok untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi adalah harus bebas dari lempung, lanau dan bahan organik yang akan mengurangi kekuatannya. Adapun rumus kadar lumpur ditunjukkan pada persamaan 2 berikut:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{VL}{VT} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan :

VL: Volume Lumpur (ml)

VT: Volume total ( Lumpur + Pasir ) (ml)

#### 2.4.3 Berat Isi

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat dengan volume yang ditempatinya. Menentukan berat isi agregat dapat dilakukan dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Adapun rumus berat volume ditunjukkan pada persamaan 3 berikut:

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W}{V} \quad (2.3)$$

Dengan:

W: Berat benda uji (kg)

V: Volume wadah (liter,  $\text{cm}^3$ )

#### 2.4.4 Berat Jenis dan Penyerapan untuk Agregat Halus (Pasir)

- a. Berat jenis kering adalah perbandingan antara berat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis kering ditunjukkan pada persamaan 4 berikut:

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{C}{A-B} \quad (2.4)$$

Dengan:

A: Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B: Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

C: Berat benda uji kering oven (gr)

- b. Berat jenis permukaan (kering SSD) yaitu perbandingan antara berat kering permukaan jenuh dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis permukaan ditunjukkan pada persamaan 5 berikut:

$$\text{Berat jenis permukaan} = \frac{A}{A-B} \quad (2.5)$$

Dengan:

A: Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B: Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

- c. Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat agregat kering oven dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis semu ditunjukkan pada persamaan 6 berikut:

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{C}{C-B} \quad (2.6)$$

Dengan:

B: Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

C: Berat benda uji kering oven (gr)

d. Penyerapan adalah prosentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserap oleh agregat sehingga Jenuh Permukaan Kering (JPK). Adapun rumus penyerapan ditunjukkan pada persamaan 7 berikut :

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-C}{C} \times 100\% \quad (2.7)$$

Dengan:

A: Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C: Berat benda uji kering oven (gr)

#### 2.4.5 Analisa Saringan Agregat Halus

Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm) dan untuk menilai apakah agregat halus yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentasi agregat halus dalam campuran. Adapun modulus kehalusan yang diisyaratkan untuk agregat halus yaitu 2,1 – 3,7. Adapun rumus modulus kehalusan ditunjukkan pada persamaan 8 berikut:

$$F_{\text{Halus}} = \frac{\sum \% \text{Komulatif tertahan saringan no.100 s/d saringan maks}}{100} \quad (2.8)$$

## **2.5. Perawatan Beton (Curing Treatment)**

Curing atau perawatan dapat diartikan sebagai metode perawatan beton, yang memiliki tujuan untuk menjaga beton yang baru saja mengalami waktu ikat dan mengeras agar tak segera mengalami water loss serta untuk membuat beton tetap pada kondisi lembab dan temperatur dan waktu ikat sudah terpenuhi saat tahap penyelesaian. Pengerjaan ini bertujuan untuk melihat kondisi reaksi hidrasi yang telah termasuk additive bisa bekerja langsung dengan baik hingga mendapatkan kualitas beton yang sesuai rencana dan mengurangi kemungkinan shrinkage pada permukaan beton akibat water loss. Perawatan beton diterapkan sesaat setelah beton mengeras atau fase hardening yaitu setelah pelepasan beton pada cetakan saat beton berumur dengan umur yang telah ditentukan dengan maksud untuk memastikan kondisi campuran beton masih terjaga.

Berdasarkan penelitian Dashti (2015), metode perawatan pada RPC dilakukan dengan banyak cara antara lain water curing, hot curing, dan steam curing dengan temperatur perawatan berbeda. Ketiga metode perawatan tersebut dilakukan untuk melihat hasil perbedaan sifat mekanik pada RPC. Perawatan dengan metode hot dan steam curing menunjukkan proses hidrasi aktif pada waktu yang lama. Reaksi pozzolanik juga dipercepat oleh suhu pengeringan yang tinggi dan secara langsung mempengaruhi kuat tekan RPC. Kuat tekan RPC dengan metode hot dan steam curing lebih tinggi daripada perawatan dengan metode water curing

dan komposisi C-H-S juga berubah seiring berubahnya temperatur perawatan.

## 2.6. Pengujian Kuat Tekan (Compressive Strength Test)

Komposisi campuran, kualitas dari material yang digunakan, serta prosedur pengerjaan dan tenaga kerja yang benar dan rapi berpengaruh langsung pada compressive strength pada beton. Compression strength test pada penelitian ini dilakukan dengan memakai media silinder berukuran 15x30 cm dengan kondisi beton telah mengeras dan diuji pada umur 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah dilakukan perawatan pada benda uji. Pada pengujian kuat tekan pada penelitian ini menggunakan ASTM C 39, dengan parameter luas penampang dari benda uji dengan kuat tekan maksimum yang dapat dipikul benda uji. Pengujian dilakukan hingga benda uji mengalami crack atau hingga crush (pecah). Perhitungan kekuatan tekan beton dengan perumusan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2.9)$$

Dimana:

$f'c$  = Kuat tekan (MPa)

$P$  = Beban tekan maksimum (N) dan

$A$  = Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

## 2.7. Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan RPC

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan RPC yaitu:

### 1. Faktor Air Semen (FAS)

Tri Mulyono (2004) Secara umum, semakin besar nilai FAS semakin rendah mutu kekuatan beton. Dengan demikian untuk menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi FAS dalam beton haruslah rendah, sayangnya hal ini menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan. Umumnya nilai FAS minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan nilai maksimal 0,65. Tujuan pengurangan FAS ini adalah untuk mengurangi hingga seminimal mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton mutu tinggi. Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, Supartono (1998) FAS dapat diartikan sebagai meter to comentionous ratio, yaitu berat air terhadap berat total semen dan aditif comentionous yang umumnya di tambahkan pada campuran beton mutu tinggi.

### 2. Kualitas Agregat

Menurut Larrad (1990), umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butiran (MHB) sekitar 1,50-3,8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai  $2,5 < MHB < 3,0$  umumnya menghasilkan beton mutu tinggi dengan FAS yang rendah dan mempunyai kekuatan tekan dan kelecakan yang optimal. Ukuran butir agregat maksimum juga akan mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat. Hasil penelitian Larrad (1990) menyebutkan bahwa butiran maksimum yang memberikan arti nyata untuk membuat beton mutu tinggi tidak boleh lebih dari 15 mm.

Namun demikian pemakaian butiran agregat sampai dengan 25 mm masih memungkinkan diperolehnya beton mutu tinggi dalam proses produksinya.

### 3. Bahan Tambah (admixtures)

Pengurangan kadar air dalam pembuatan beton mutu tinggi menjadi perhatian penting. Dengan bahan tambahan yang dapat mengurangi air sangat tinggi seperti *Superplasticizer* diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi, penggunaannya disesuaikan dengan standart ASTM C 494 type F.

### 4. Kontrol Kualitas

Untuk menghasilkan beton yang bermutu tinggi, faktor kontrol terhadap kualitas proses produksi beton pada saat pengambilan sampel, pengujian maupun proses penakaran sampai perawatan mutlak menjadi perhatian penting.

## 2.8. Sifat Mekanik

### a. Kuat Tekan

Kuat tekan dan kinerja RPC sangat tergantung pada bahan baku material, proporsi material, jenis perawatan (curing) dan kontrol kualitas keseluruhan produksi. RPC memiliki kuat tekan antara 120 MPa – 800 MPa, dengan modulus elastisitas antara 30 GPa – 75 GPa dan kuat tarik lentur berkisar 22 MPa – 141 MPa (Louis, L.M.A., 2010).

## b. Durabilitas RPC

RPC memiliki durabilitas ultra tinggi yang dihasilkan dari rendahnya porositas matriks beton. Penetrasi ion klorida rata-rata lebih rendah 25 kali dibanding HPC, absorpsi air rata-rata 4 kali lebih rendah dibanding HPC dan kehilangan bobot akibat penetrasi asam/sulfat rata-rata 2,5 kali lebih rendah dibanding HPC. (Matte, V., and Moranville, M., 1999)

## c. Fatigue

Fatigue atau kelelahan adalah kerusakan material yang diakibatkan oleh adanya tegangan yang berfluktuasi yang besarnya lebih kecil dari tegangan tarik maksimum (ultimate tensile strength) ( $\sigma_u$ ) maupun tegangan luluh (yield) material yang diberikan beban konstan.

Terdapat tiga fase dalam perpatahan fatik yaitu:

### 1. Permulaan retak

Mekanisme fatik umumnya dimulai dari crack initiation yang terjadi dipermukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadi konsentrasi tegangan di permukaan (seperti goresan, notch, lubang-pits dll) akibat adanya pembebanan berulang.

### 2. Penyebaran retak

Crack initiation ini berkembang menjadi microcracks. Perambatan atau perpaduan microcracks ini kemudian membentuk macrocracks yang akan berujung pada failure.

### 3. Patah

Perpatahan akan terjadi ketika material telah mengalami siklus tegangan dan regangan yang menghasilkan kerusakan yang permanen. Fatigue atau kelelahan menurut ASTM (1975) didefinisikan sebagai proses perubahan struktur permanen progressive localized pada kondisi yang menghasilkan fluktuasi regangan dan tegangan dibawah kekuatan tariknya dan pada satu titik atau banyak titik yang dapat memuncak menjadi retak (crack) atau patahan (fracture) secara keseluruhan sesudah fluktuasi tertentu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi kelelahan yaitu tipe pembebanan, putaran, kelembaban lingkungan (korosi), konsentarsi tegangan, suhu, kelelahan bahan, komposisi kimia bahan, tegangan-tegangan sisa, dan tegangan kombinasi. Faktor-faktor yang cenderung mengubah kekuatan lelah pada pengujian ini adalah kelembaban lingkungan (korosi) dan tipe pembebanan sedangkan putaran, suhu, komposisi kimia dan tegangan sisa sebagai variable yang konstan selama pengujian sehingga tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan lelah.

#### **2.9. Aplikasi Konstruksi**

RPC pertama kali digunakan pada Jembatan Sherbrooke pejalan kaki/bikeway di Kanada 1997 (P.Y. Blais & M. Couture,1999), jembatan yang memiliki rentang 60 m tersebut dibangun dengan kekuatan tekan 150 MPa dan tidak menggunakan tulangan baja. Balok utama jembatan

dirawat oleh panas curing pada 90°C untuk dua hari dalam suasana jenuh uap. Jembatan RPC lainnya telah dikembangkan di seluruh dunia seperti itu sebagai Sunyudo Footbridge dengan rentang tunggal 120 m (Seoul, Korea), Sakata-Mirai Footbridge tanpa penguatan dan lebih ringan sebesar 80% (Sakata, Jepang), Shepherds Creek Road. Jembatan dengan panel bekisting precast RPC tipis permanen (Australia), dan Wapello Country Bridge tanpa penguatan dan digunakan untuk jalan raya di Amerika Serikat. (M. Rebentrost dan B. Cavill, 2011) Di Indonesia, beton reaktif sudah banyak digunakan dalam kegiatan konstruksi, salah satunya yaitu oleh PT. Wijaya Karya Beton Tbk. (WIKA Beton) yang telah memproduksi material beton inovasi berupa Reactive Powder Concrete (RPC) yang merupakan hasil penelitian antara WIKA Beton dengan Institut Teknologi Bandung (ITB).

## **2.10. Penelitian Terdahulu Yang Pernah Dilakukan**

1. Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete: Partologi H.Simatupang, Judi K.Nasjono, dan Kresensia G.Mite (2017)

Reactive powder concrete merupakan campuran yang meniadakan agregat kasar. Dalam penelitian ini komposisi dari silica fume adalah 0%, 9%, 18%, 27%, 36% dan 45% dari masa semen. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kuat tekan reactive powder concrete akibat penambahan komposisi silica fume dan mengetahui persentase optimal silica fume terhadap kuat tekan beton. Benda uji yang

digunakan adalah berbentuk silinder dengan ukuran 5 cm x 10 cm. Setiap variasi terdapat 5 benda uji, sehingga total pengujian adalah 30 benda uji. Dan umur rencana 14 hari. Hasil percobaan I kuat tekan rerata untuk semua variasi yang dihasilkan < 40 MPa, maka dilakukan percobaan II yaitu dengan ditambahkan volume dari superplasticizer sebanyak 2 kali data awal. Terdapat 2 benda uji setiap variasi sehingga total keseluruhan adalah 12 benda uji. Hasil percobaan II kuat tekan rerata untuk variasi 0% = 42,02 MPa, 9% = 43,29 MPa, 18% = 45,83 MPa, 27% = 48,38 MPa, 36% = 43,29 MPa dan 45% = 42,02 MPa. Persentase optimal silica fume adalah 26,28%.

## 2. Analisis Mikrostruktur Reactive Powder Concrete (RPC) Dengan Variasi Temperatur Perawatan : Sonya Tiara Aisyah (2018)

Reactive Powder Concrete (RPC) merupakan inovasi beton mutu tinggi yang tidak menggunakan agregat kasar sebagai material penyusun. Penggunaan silica fume dan steel fiber dalam campuran bertujuan untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap retak kecil (microcrack). Perawatan beton dengan uap dapat mempercepat pencapaian kuat tekan maksimum, pada penelitian ini terdapat tiga variasi temperatur perawatan yaitu 60°C, 90°C dan 120°C. Pengujian mikrostruktur RPC bertujuan untuk melakukan kontrol terhadap karakteristik beton dan mengamati perkembangan komponen penyusun pada umur dan temperature perawatan yang berbeda. Pengujian kuat tekan beton RPC menggunakan benda uji silinder 100 x 200 mm. Penelitian yang telah

dilakukan menunjukkan temperatur perawatan optimum untuk RPC adalah 90°C dengan struktur C-S-H paling padat berdasarkan hasil pembacaan SEM. Kuat tekan maksimum RPC yang dicapai pada penelitian ini adalah 74,80 MPa.

3. Pengaruh Ukuran Butiran Maksimum Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete: Arianti Sutandi , Widodo Kushartomo (2019)

Kuat tekan beton merupakan faktor yang paling dominan untuk menentukan kualitas beton dibandingkan faktor lainnya. Kuat tekan beton atau mutu beton dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah perbandingan semen terhadap air (fa/s), kualitas material, perbandingan komposisi material dan sebagainya. Gradasi butiran agregat juga merupakan salah satu faktor yang berperan penting untuk menentukan mutu beton. Agregat dengan ukuran butiran yang lebih halus dan bervariasi dapat memperkecil volume pori yang terbentuk, sehingga susunan butiran yang baik akan menghasilkan kepadatan tinggi dan porositas minimum. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh ukuran butiran maksimum agregat halus terhadap kuat tekan reactive powder concrete. Benda uji dibuat dalam bentuk silinder dengan diameter 100,0 mm dan tinggi 200,0 mm. Ukuran diameter maksimum agregat halus dibuat dalam tiga jenis yaitu 300  $\mu\text{m}$ , 425  $\mu\text{m}$ , dan 600  $\mu\text{m}$ . Seluruh benda uji dirawat dengan teknik perendaman selama 3 hari, dilanjutkan dengan steam curing pada temperature 90 °C – 95 °C selama 4 jam. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari. Hasil

pengujian menunjukkan terjadinya peningkatan kuat tekan reactive powder concrete dengan bertambah kecilnya ukuran butiran maksimum agregat halus.

4. Pengaruh Penggunaan Jenis Pasir Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Beton Reactive Powder Concrete (RPC): Ely Zabet.S, Gatot Setya Budi (2021)

Teknologi dalam bidang konstruksi beton terus menerus mengalami perkembangan, hal ini tidak terlepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju, seperti jembatan, bendungan yang menggunakan beton mutu tinggi. Untuk mencapai beton mutu tinggi diperlukan perlakuan khusus terhadap beton. Salah satu inovasi beton yang dapat digunakan yaitu beton dengan metode *reactive powder concrete* (RPC). *Beton reactive powder concrete* (RPC) merupakan inovasi beton yang memiliki kuat tekan tinggi hingga mencapai 800 N/mm<sup>2</sup> atau 800 MPa. Beton ini menggunakan material dengan partikel halus yang berguna untuk meminimalisir rongga kosong, sehingga beton menjadi lebih padat dan kuat. Sebagian besar volume beton diisi oleh agregat halus, sehingga karakteristik agregat halus yang digunakan sebagai campuran pada beton memegang peranan penting dalam sifat fisis dan mekanis beton yang dihasilkan. Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan diantaranya adalah pasir kuarsa dan pasir sungai. Menggunakan tiga variabel yaitu pasir kuarsa sebesar 100%, pasir sungai 100% dan

campuran pasir sungai dan pasir kuarsa dengan perbandingan 50:50%.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada umur 28

hari dengan pasir kuarsa sebesar 70,879 MPa, pasir sungai sebesar

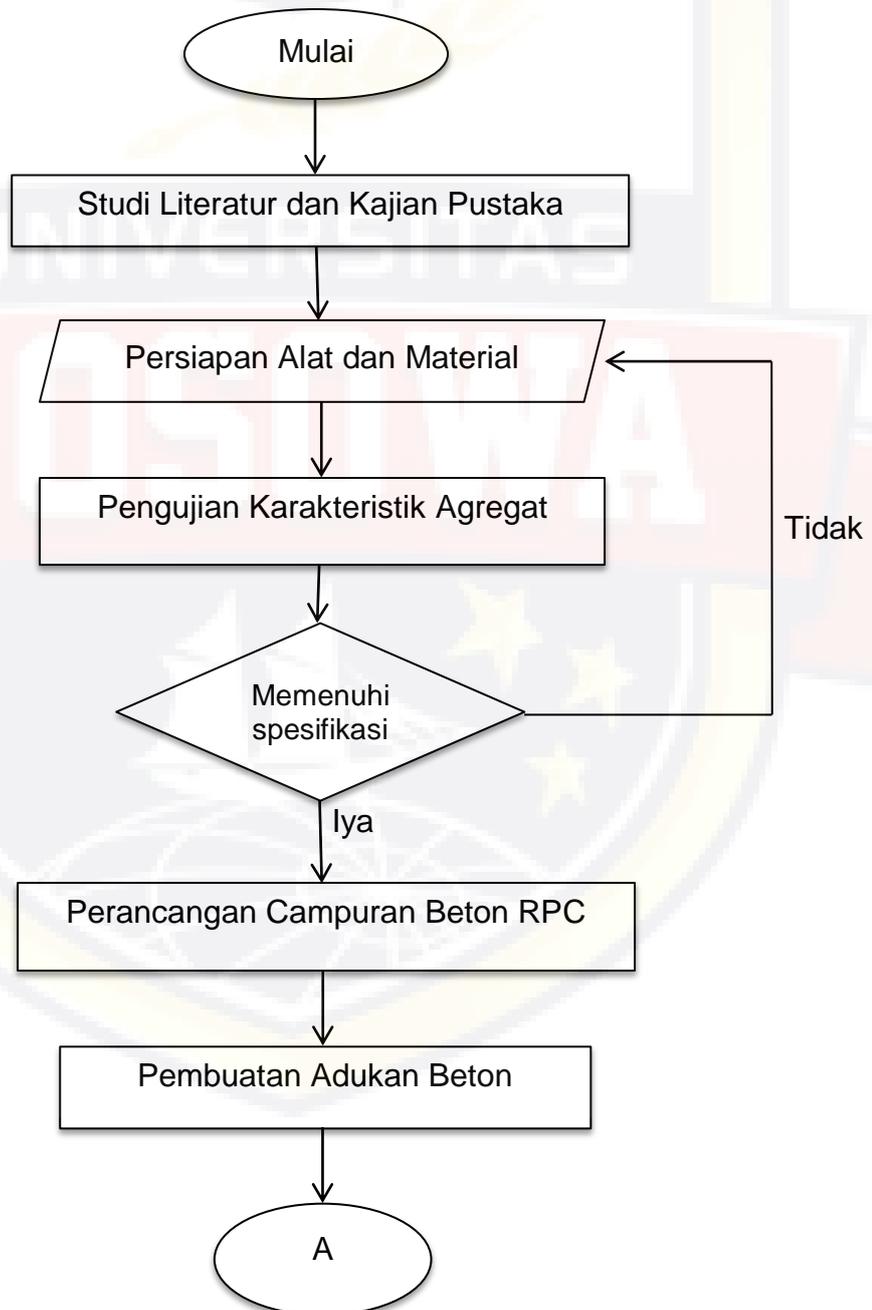
59,750 MPa, Pasir campur sebesar 65,414 MPa

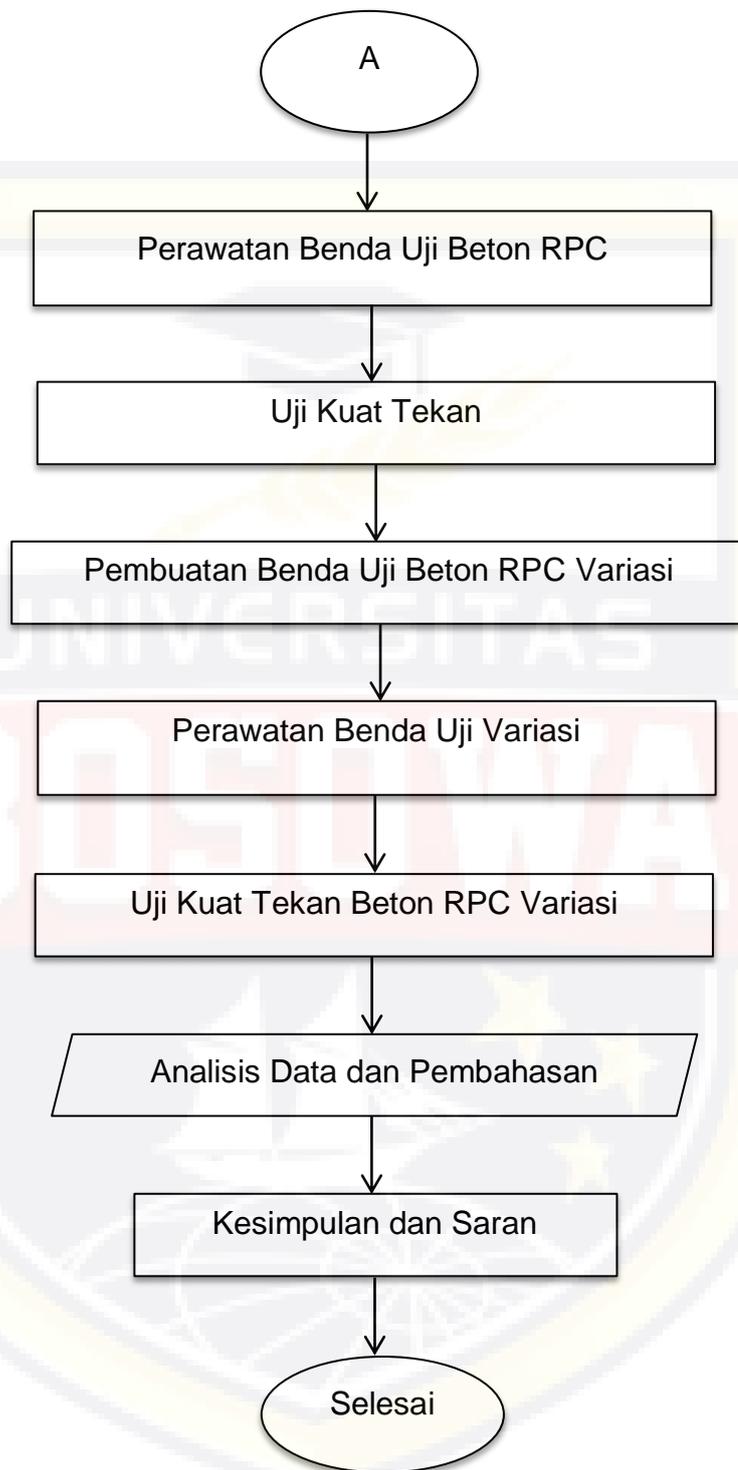


**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir Penelitian**

Adapun Alur penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.





Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

### **3.2 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian pada tugas akhir ini adalah penelitian eksperimental yang bersifat kuantitatif berupa pengujian kuat tekan beton di laboratorium.

### **3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bosowa Makassar, selama tiga bulan yang akan dimulai pada bulan Mei sampai Juli 2021.

### **3.4 Data dan Sumber Data**

#### **1. Data primer**

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung dari pengujian di laboratorium teknik sipil Universitas Bosowa Makassar.

#### **2. Data sekunder**

Data sekunder dalam penelitian ini adalah jurnal-jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul skripsi.

### **3.5 Variabel Penelitian**

#### **3.5.1 Variabel Terikat**

- semen
- silca fume
- superplasticizer
- air

### **3.5.2. Variabel Bebas**

- pasir silika

- pasir

- abu batu

## **3.6 Tahapan Penelitian**

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang meliputi:

### **3.6.1 Tahap persiapan**

Tahap persiapan merupakan suatu tahapan dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan persiapan penelitian diantaranya studi literatur, persiapan peralatan dan bahan, tempat pengujian karakteristik bahan, dan teknis pelaksanaan.

### **3.6.2. Tahap pengujian karakteristik Agregat**

Pengujian karakteristik agregat dimaksudkan untuk memastikan apakah bahan yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi agregat yang ada atau tidak.

Pengujian ini meliputi:

- a. Kadar lumpur, untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung dalam agregat
- b. Kadar air, untuk mengetahui kadar air yang terkandung oleh agregat
- c. Berat isi, untuk mengetahui kepadatan dari agregat dalam keadaan kering permukaan
- d. Berat jenis, untuk menentukan berat jenis dari agregat dengan gradasi ukuran butirnya

e. Analisa saringan, untuk mengidentifikasi agregat dengan gradasi ukuran butirannya

### 3.6.3. Tahap pembuatan benda uji

Benda uji yang digunakan silinder Ø 15 cm dan tinggi 30 cm yang terdiri dari beton RPC kontrol, dan beton RPC variasi pasir dan abu batu. Pertama benda uji yang di buat beton RPC Kontrol. Setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan beton RPC variasi pasir dan abu batu.

### 3.6.4 Tahap perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah perawatan yang biasa digunakan pada beton konvensional seperti perawatan dengan perendaman.

### 3.6.5. Tahap pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton (Compression Strength Machine)

## 3.7 Referensi Pengujian

Adapun metode pengujian akan diuraikan pada table berikut:

**Tabel 3.1** Referensi Pengujian

| No | Uraian Pengujian           | Referensi                     |
|----|----------------------------|-------------------------------|
| 1  | Kadar Lumpur               | SNI-03-4142-1996              |
| 2  | Kadar Air                  | SNI-03-4808-1998              |
| 3  | Berat Volume               | SNI 03-4804-1998              |
| 4  | Berat Jenis dan Penyerapan | SNI-1969-2008/ SNI-1970- 2008 |
| 5  | Analisa Saringan           | SNI ASTM C1336-2012           |

### 3.8 Notasi dan Jumlah Sampel

Adapun notasi sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Notasi sampel

| Kode Benda Uji  | Semen | Silica Fume | Pasir Silika | Air | SP | Pasir  | Abu Batu | Total Benda Uji |
|-----------------|-------|-------------|--------------|-----|----|--------|----------|-----------------|
| BK              | a%    | b%          | c%           | d%  | e% | -      | -        | 5               |
|                 | a%    | b%          | c%           | d%  | e% | -      | -        | 5               |
| P 50 (1-3)      | a%    | b%          | 50% c        | d%  | e% | 50% c  | -        | 3               |
| P 50+SP (1-3)   | a%    | b%          | 50% c        | d%  | e% | 50% c  | -        | 3               |
| P 100 (1-3)     | a%    | b%          | -            | d%  | e% | 100% c | -        | 3               |
| P 100+SP (1-3)  | a%    | b%          | -            | d%  | e% | 100% c | -        | 3               |
| AB 50 (1-3)     | a%    | b%          | 50% c        | d%  | e% | -      | 50% c    | 3               |
| AB 50+SP (1-3)  | a%    | b%          | 50% c        | d%  | e% | -      | 50% c    | 3               |
| AB 100 (1-3)    | a%    | b%          | -            | d%  | e% | -      | 100% c   | 3               |
| AB 100+SP (1-3) | a%    | b%          | -            | d%  | e% | -      | 100% c   | 3               |

### 3.9 Metode Analisis

#### 3.9.1 Pengaruh penggantian pasir silika dengan pasir sungai terhadap kuat tekan beton RPC

Memperoleh pengaruh penggantian pasir silika dengan pasir sungai pada kuat tekan RPC, dengan menggunakan *superplasticizer* dan tanpa *superplasticizer*.

#### 3.9.2 Pengaruh penggantian pasir silika dengan abu batu terhadap kuat tekan beton RPC

Memperoleh pengaruh penggantian pasir silika dengan abu batu pada kuat tekan RPC, dengan menggunakan *superplasticizer* dan tanpa *superplasticizer*.

### 3.9.3 Pengaruh penggunaan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton RPC

Memproleh pengaruh penambahan *superplasticizer* pada beton RPC, dengan variasi pasir dan abu batu.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil pengujian

##### 4.1.1. Karakteristik Pasir

Pengujian karakteristik pasir didasarkan pada SNI. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Rekapitulasi Hasil Pengujian Pasir

| No. | Karakteristik Agregat | Interval                     | Hasil Pengamatan        | Keterangan |
|-----|-----------------------|------------------------------|-------------------------|------------|
| 1   | Kadar Lumpur          | Maks 5 %                     | 3,64%                   | Memenuhi   |
| 2   | Kadar Air             | 3% - 5%                      | 4,84%                   | Memenuhi   |
| 3   | Berat Isi             | 1,4 - 1,9 gr/cm <sup>3</sup> |                         |            |
|     | - Lepas               |                              | 1.40 gr/cm <sup>3</sup> | Memenuhi   |
|     | - Padat               |                              | 1.44 gr/cm <sup>3</sup> | Memenuhi   |
| 4   | Absorpsi              | 0,2% - 2%                    | 1.79%                   | Memenuhi   |
| 5   | Berat Jenis Spesifik  |                              |                         |            |
|     | - Bj. Curah           | 1.6 - 3.3                    | 2.10                    | Memenuhi   |
|     | - Bj. SSD             | 1.6 - 3.3                    | 2.14                    | Memenuhi   |
|     | - Bj. Semu            | 1.6 - 3.3                    | 2.18                    | Memenuhi   |

Sumber: Hasil Pengujian, 2021

#### 4.1.2. Hasil Mix Design Beton Reactive Powder Concrete

Pada penelitian ini, mix design yang digunakan didasarkan pada mix design penelitian terdahulu dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 x 30 cm. Total benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 34 benda uji, yang terdiri dari beton kontrol 10 benda uji dan beton variasi 24 benda uji.

**Tabel 4.2** Komposisi Campuran Beton RPC

| BAHAN BETON           | KOMPOSISI CAMPURAN BETON |                         |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
|                       | BETON KONTROL            | BETON KONTROL DENGAN SP |
| Semen (gram)          | 5566.32                  | 5566.32                 |
| Silica fume (gram)    | 1502.9064                | 1502.9064               |
| Pasir silika (gram)   | 6125.76                  | 6125.76                 |
| Sicament type LN (ml) | -                        | 111.3264                |
| Air (ml)              | 1273,82                  | 891.675                 |
| Jumlah sampel         | 5                        | 5                       |

Sumber: Hasil Mix Design, 2021

**Tabel 4.3** Komposisi Beton RPC Variasi Pasir

| BAHAN BETON         | CAMPURAN PASIR |          |          |          |
|---------------------|----------------|----------|----------|----------|
|                     | 50%            | 50% + SP | 100%     | 100% +SP |
| Semen (gram)        | 5566.32        | 5566.32  | 5566.32  | 5566.32  |
| Silica fume (gram)  | 1502.906       | 1502.906 | 1502.906 | 1502.906 |
| Pasir silika (gram) | 3062.88        | 3062.88  | -        | -        |
| Pasir (gram)        | 3062.88        | 3062.88  | 6125.76  | 6125.76  |
| Air (ml)            | 1273.82        | 891.675  | 1273.82  | 891.675  |
| Sicament LN (ml)    | -              | 111.3264 | -        | 111.3264 |
| Jumlah sampel       | 3              | 3        | 3        | 3        |

Sumber: Hasil Mix Design, 2021

**Tabel 4.4** Komposisi Beton RPC Variasi Abu Batu

| BAHAN BETON         | CAMPURAN ABU BATU |          |          |           |
|---------------------|-------------------|----------|----------|-----------|
|                     | 50%               | 50% + SP | 100%     | 100% + SP |
| Semen (gram)        | 5566.32           | 5566.32  | 5566.32  | 5566.32   |
| Silica fume (gram)  | 1502.906          | 1502.906 | 1502.906 | 1502.906  |
| Pasir silika (gram) | 3062.88           | 3062.88  | -        | -         |
| Abu batu (gram)     | 3062.88           | 3062.88  | 6125.76  | 6125.76   |
| Air (ml)            | 1273.82           | 891.675  | 1273.82  | 891.675   |
| Sicament LN (ml)    | -                 | 111.3264 | -        | 111.3264  |
| Jumlah sampel       | 3                 | 3        | 3        | 3         |

Sumber: Hasil Mix Design, 2021

#### 4.1.3. Hasil kuat tekan beton kontrol

**Tabel 4.5** Hasil pengujian kuat tekan beton kontrol tanpa SP

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| 1            | 12,245        | 416              | 23.55                 |
| 2            | 12,300        | 530              | 30.01                 |
| 3            | 12,350        | 510              | 28.87                 |
| 4            | 12,340        | 460              | 26.04                 |
| 5            | 12,350        | 485              | 27.46                 |
| Jumlah       |               | 2401             | 135.94                |
| Rata-Rata    |               | 480              | 27.19                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.6** Hasil pengujian kuat tekan beton kontrol dengan SP

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| 1            | 12,300        | 550              | 31.14                 |
| 2            | 12,350        | 540              | 30.57                 |
| 3            | 12,360        | 545              | 30.86                 |
| 4            | 12,450        | 555              | 31.42                 |
| 5            | 12,400        | 560              | 31.71                 |
| Jumlah       |               | 2750             | 155.70                |
| Rata - Rata  |               | 550              | 31.14                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

#### 4.1.4. Hasil kuat tekan beton variasi

**Tabel 4.7** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir 50%

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| P 50 1       | 12,295        | 485              | 27.46                 |
| P 50 2       | 12,200        | 410              | 23.21                 |
| P 50 3       | 12,250        | 465              | 26.33                 |
| Jumlah       |               | 1360             | 77.00                 |
| Rata-Rata    |               | 453              | 25.67                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.8** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir 50% + SP

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| P 50 SP 1    | 12,300        | 480              | 27.18                 |
| P 50 SP 2    | 12,250        | 455              | 25.76                 |
| P 50 SP 3    | 12,310        | 480              | 27.18                 |
| Jumlah       |               | 1415             | 80.11                 |
| Rata-Rata    |               | 472              | 26.70                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.9** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir 100%

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| P 100 1      | 12,190        | 400              | 22.65                 |
| P 100 2      | 12,280        | 455              | 25.76                 |
| P 100 3      | 12,320        | 460              | 26.04                 |
| Jumlah       |               | 1315             | 74.45                 |
| Rata-Rata    |               | 438              | 24.82                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.10** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi pasir 100% +SP

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| P 100 SP 1   | 12,350        | 425              | 24.06                 |
| P 100 SP 2   | 12,150        | 470              | 26.61                 |
| P 100 SP 3   | 12,330        | 440              | 24.91                 |
| Jumlah       |               | 1335             | 75.58                 |
| Rata-Rata    |               | 445              | 25.19                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.11** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu 50%

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| AB 50 1      | 12,270        | 400              | 22.65                 |
| AB 50 2      | 12,180        | 375              | 21.23                 |
| AB 50 3      | 12,200        | 370              | 20.95                 |
| Jumlah       |               | 1145             | 64.83                 |
| Rata-Rata    |               | 382              | 21.61                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.12** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu 50% + SP

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| AB 50 SP 1   | 12,350        | 470              | 26.61                 |
| AB 50 SP 2   | 12,200        | 415              | 23.50                 |
| AB 50 SP 3   | 12,340        | 460              | 26.04                 |
| Jumlah       |               | 1345             | 76.15                 |
| Rata-Rata    |               | 448              | 25.38                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.13** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu 100%

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| AB 100 1     | 12,300        | 360              | 20.38                 |
| AB 100 2     | 12,195        | 345              | 19.53                 |
| AB 100 3     | 12,115        | 355              | 20.10                 |
| Jumlah       |               | 1060             | 60.01                 |
| Rata-Rata    |               | 353              | 20.00                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

**Tabel 4.14** Hasil pengujian beton variasi dengan variasi abu batu 100% +  
SP

| No Benda Uji | Berat<br>(kg) | Beban            | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
|              |               | Maksimum<br>(KN) |                       |
| AB 100 SP 1  | 12,180        | 330              | 18.68                 |
| AB 100 SP 2  | 12,195        | 410              | 23.21                 |
| AB 100 SP 3  | 12,230        | 370              | 20.95                 |
| Jumlah       |               | 1110             | 62.85                 |
| Rata-Rata    |               | 370              | 20.95                 |

Sumber: Hasil pengujian 2021

## 4.2. Pembahasan

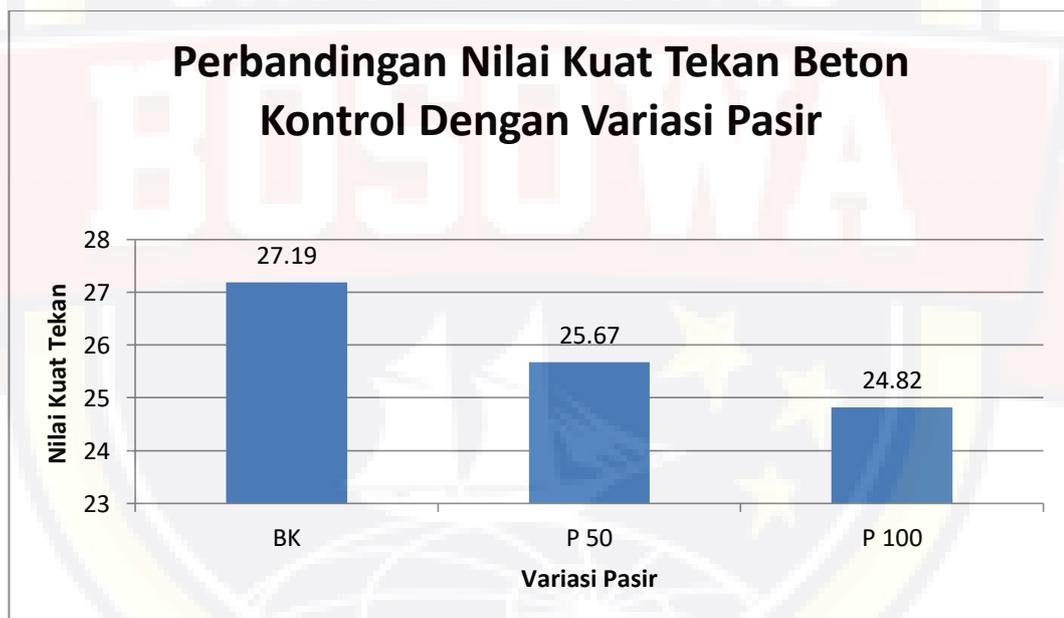
### 4.2.1. Pengaruh penggantian pasir silika dengan pasir sungai

Pada penelitian ini, Pasir menjadi material pengganti pasir silika, dengan persentase pasir sebesar 50% dan 100% dari total berat pasir silika. Sehingga menjadi hal yang perlu diketahui pula pengaruh penggantian pasir terhadap kuat tekan RPC.

Nilai kuat tekan rata-rata dari pasir sebesar 50% dan 100% didapatkan berturut-turut 25,67 Mpa dan 24,82 Mpa. Nilai kuat tekan rata-

rata untuk benda uji yang menggunakan pasir sebagai penggantian pasir silika yang paling optimum pada penelitian ini didapatkan pada variasi pasir 50%, sedangkan pada variasi pasir 100% mengalami penurunan kuat tekan beton. Dengan demikian penambahan pasir 50% dan 100% tidak dapat menambah kuat tekan beton yang setara dengan beton kontrol tanpa *superplasticizer*.

Berdasarkan Gambar 4.1 di bawah ini, dapat digambarkan Gambar beton kontrol terhadap penambahan pasir sebagai pengganti pasir silika sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi pasir terhadap pasir silika

Berikut ini adalah tabel selisih dan persentase peningkatan kuat tekan beton RPC variasi yang menggunakan pasir adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.15** Selisih dan persentase peningkatan kuat tekan beton RPC yang menggunakan pasir

| NO | JENIS BETON RPC | KUAT TEKAN BETON (Mpa) | SELISIH KUAT TEKAN | % PENINGKATAN KUAT TEKAN |
|----|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1  | BK              | 27.19                  | 1.52               | 5.92%                    |
| 2  | P 50%           | 25.67                  |                    |                          |
| 3  | BK              | 27.19                  | 2.37               | 9.54%                    |
| 4  | P 100%          | 24.82                  |                    |                          |

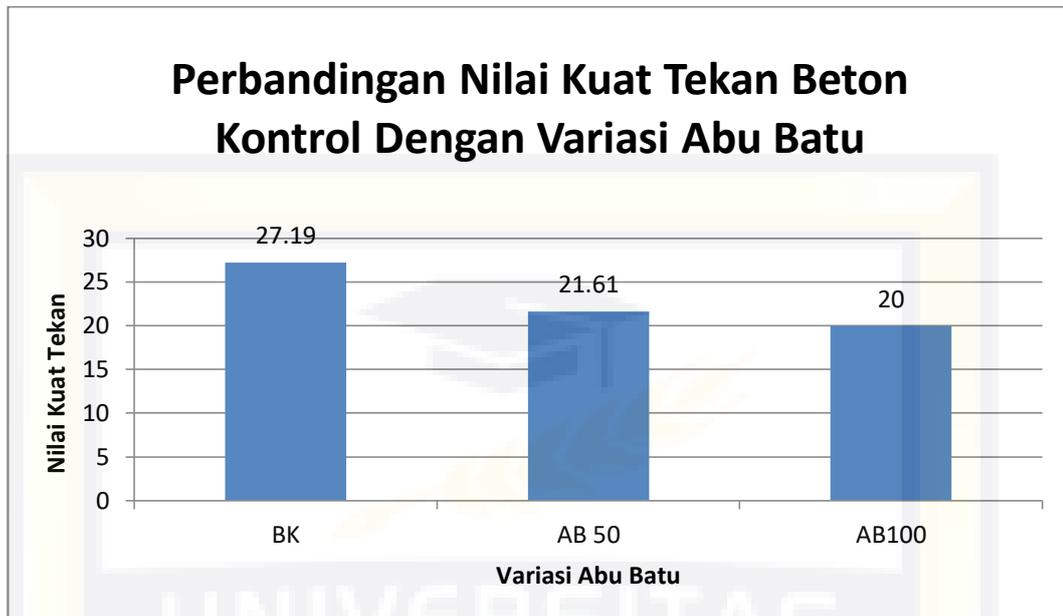
Sumber: Hasil pengujian 2021

#### 4.2.2. Pengaruh penggantian pasir silika dengan abu batu

Pada penelitian ini, abu batu menjadi material pengganti pasir silika, dengan persentase abu batu sebesar 50% dan 100% dari total berat pasir silika. Sehingga menjadi hal yang perlu diketahui pula pengaruh penggantian abu batu terhadap kuat tekan RPC.

Nilai kuat tekan rata-rata dari abu batu sebesar 50% dan 100% didapatkan berturut-turut 21,61 Mpa, dan 20 Mpa. Nilai kuat tekan rata-rata untuk benda uji yang menggunakan abu batu sebagai penggantian pasir silika yang paling optimum pada penelitian ini di dapatkan pada variasi abu batu 50%, sedangkan pada variasi abu batu 100% mengalami penurunan kuat tekan beton. Dengan demikian penambahan abu batu 50% dan 100% tidak dapat menambah kuat tekan beton yang setara dengan beton kontrol tanpa *superplasticizer*.

Berdasarkan Gambar 4.2 di bawah ini, dapat di gambarkan Gambar beton kontrol terhadap penambahan abu batu sebagai pengganti pasir silika sebagai berikut:



**Gambar 4.2** Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi abu batu terhadap pasir silika

Berikut ini adalah tabel selisih dan persentase peningkatan kuat tekan beton RPC variasi yang menggunakan abu batu adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.16** Selisih dan persentase peningkatan kuat tekan beton RPC yang menggunakan abu batu

| NO | JENIS BETON RPC | KUAT TEKAN BETON (Mpa) | SELISIH KUAT TEKAN | % PENINGKATAN KUAT TEKAN |
|----|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1  | BK              | 27.19                  | 5.58               | 25.82%                   |
| 2  | AB 50%          | 21.61                  |                    |                          |
| 3  | BK              | 27.19                  | 7.19               | 35.95%                   |
| 4  | AB 100%         | 20                     |                    |                          |

Sumber: Hasil pengujian 2021

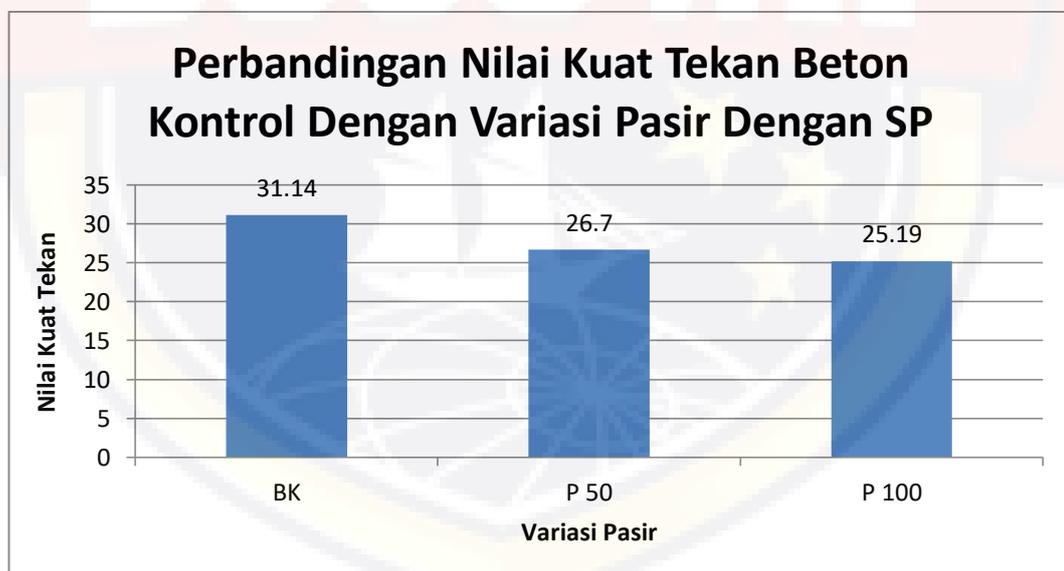
#### 4.2.3. Pengaruh penggantian pasir silika dengan pasir sungai dan menggunakan *superplasticizer*

Pada penelitian ini, Pasir menjadi material pengganti pasir silika, dengan persentase pasir sebesar 50%+SP dan 100%+SP dari total berat

pasir silika. Nilai kuat tekan rata-rata dari pasir sebesar 50%+SP dan 100%+SP didapatkan berturut-turut 26,7 Mpa dan 25,19 Mpa.

Nilai kuat tekan rata-rata untuk benda uji yang menggunakan pasir sebagai penggantian pasir silika yang paling optimum pada penelitian ini didapatkan pada variasi pasir 50%+SP, sedangkan pada variasi pasir 100%+SP mengalami penurunan kuat tekan beton. Dengan demikian penambahan pasir 50%+SP dan 100%+SP tidak dapat menambah kuat tekan beton yang setara dengan beton kontrol dengan *superplasticizer*.

Berdasarkan Gambar 4.3 di bawah ini, dapat digambarkan perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi pasir dan menggunakan *superplasticizer* sebagai berikut:

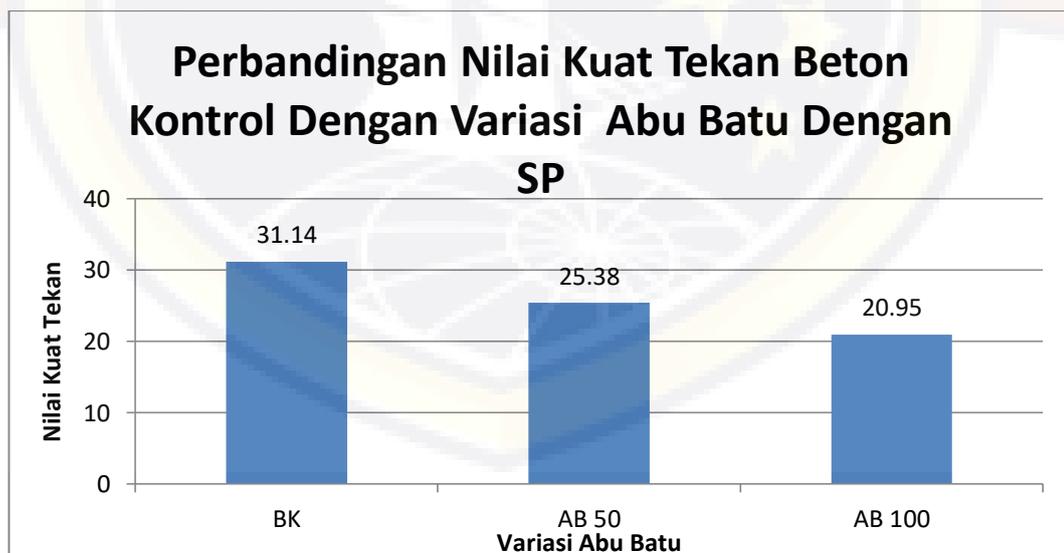


**Gambar 4.3** Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi pasir dan menggunakan *superplasticizer*

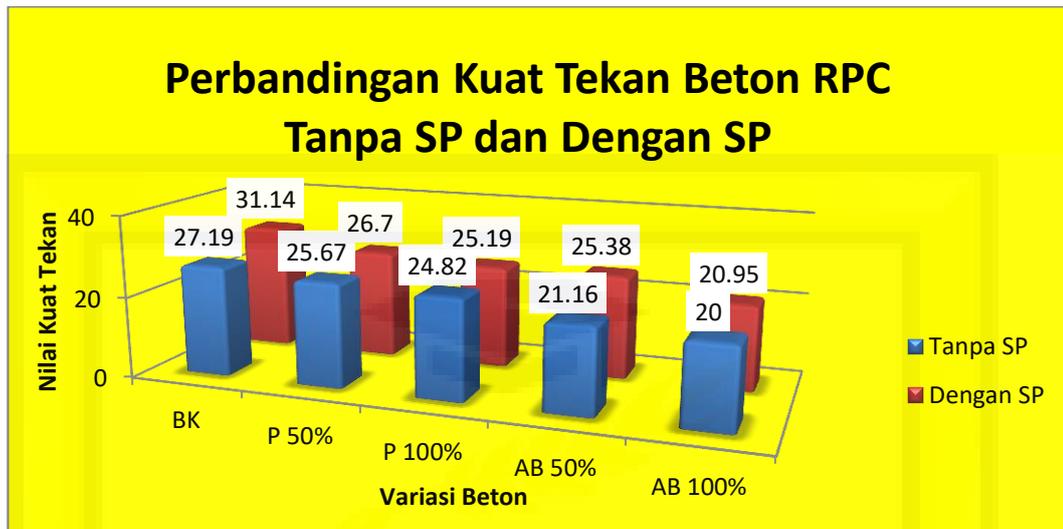
#### **4.2.4. Pengaruh penggantian pasir silika dengan abu batu dan menggunakan *superplasticizer***

Pada penelitian ini, abu batu menjadi material pengganti pasir silika, dengan persentase abu batu sebesar 50%+SP dan 100%+SP dari total berat pasir silika. Nilai kuat tekan rata-rata dari abu batu sebesar 50%+SP dan 100%+SP didapatkan berturut-turut 25,38 Mpa dan 20,95 Mpa. Nilai kuat tekan rata-rata untuk benda uji yang menggunakan abu batu sebagai substitusi dan penggantian pasir silika yang paling optimum pada penelitian ini di dapatkan pada variasi abu batu 50%+SP, sedangkan pada variasi abu batu 100%+SP mengalami penurunan kuat tekan beton. Dengan demikian penambahan abu batu 50%+SP dan 100%+SP tidak dapat menambah kuat tekan beton yang setara dengan beton kontrol dengan *superplasticizer*.

Berdasarkan Gambar 4.4 di bawah ini, dapat digambarkan perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi abu batu dan menggunakan *superplasticizer* sebagai berikut:



**Gambar 4.4** Perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan variasi abu batu dan menggunakan *superplasticizer*



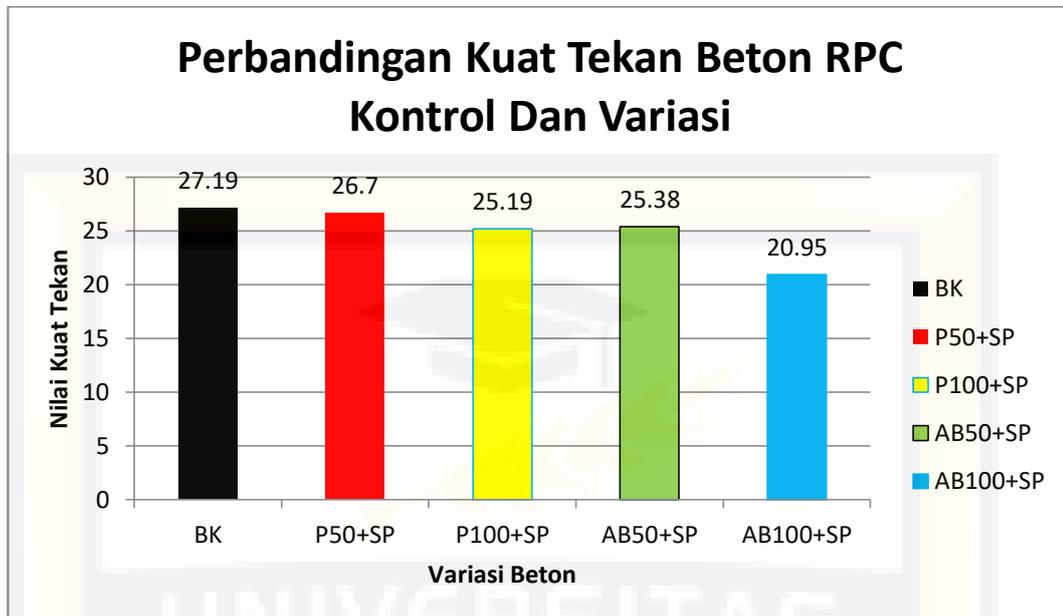
**Gambar 4.5** Perbandingan nilai kuat tekan beton tanpa SP dan dengan SP

Dari gambar 4.5 diatas dapat dijelaskan bahwa semua beton kontrol maupun beton variasi mengalami peningkatan kuat tekan beton. Peningkatan kuat tekan yang signifikan yang menggunakan beton kontrol dengan SP. Persentase peningkatan kuat tekan yang paling kecil terjadi pada variasi pasir 100%. Untuk lebih jelasnya persentase peningkatan kuat tekan akibat penggunaan SP untuk masing-masing variasi beton diperlihatkan pada tabel berikut:

**Tabel 4.17** Persentase peningkatan kuat tekan beton menggunakan SP terhadap masing-masing beton variasi tanpa SP

| NO | JENIS BETON<br>RPC | KUAT TEKAN<br>(Mpa) |              | %<br>PENINGKATAN<br>KUAT TEKAN |
|----|--------------------|---------------------|--------------|--------------------------------|
|    |                    | TANPA<br>SP         | DENGAN<br>SP |                                |
| 1  | Beton kontrol      | 27.19               | 31.14        | 14.52%                         |
| 2  | Pasir 50%          | 25.67               | 26.70        | 4.01%                          |
| 3  | Pasir 100%         | 24.82               | 25.19        | 1.49%                          |
| 4  | Abu batu 50%       | 21.61               | 25.38        | 17.44%                         |
| 5  | Abu batu 100%      | 20                  | 20.95        | 4.75%                          |

Sumber: Hasil pengujian 2021



**Gambar 4.6** Perbandingan kuat tekan beton RPC kontrol dan variasi

Dari gambar 4.6 diatas dapat dijelaskan bahwa jika target beton kontrol yang ingin dicapai adalah  $f'c$  25 Mpa, maka beton RPC yg menggunakan abu batu 100%+SP tidak masuk dalam beton kontrol  $f'c$  25 Mpa.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton kontrol diperoleh sebesar 27.19 Mpa. Kuat tekan beton diperoleh dengan komposisi per m<sup>3</sup> beton terdiri dari: semen: 5566.32 gram, silica fume: 1502.9064 gram, pasir silika: 6125.76 gram dan air: 1273.82 gram. Sedangkan kuat tekan beton kontrol dengan superplasticizer diperoleh sebesar 31.14 Mpa, dengan menambahkan sicament In: 111.3264 ml
2. Semakin besar persentase penggantian pasir silika dengan pasir sungai pada beton variasi, maka semakin kecil kuat tekan beton. Demikian pula penggantian pasir silika dengan abu batu, dimana kuat tekannya semakin menurun dengan bertambah besarnya persentase penggantian pasir silika. Namun penurunan kuat tekan beton terbesar terjadi pada penggantian 100% pasir silika dengan abu batu.
3. Penggunaan superplasticizer dapat meningkatkan kuat tekan beton. Namun dalam penelitian ini penggunaan superplasticizer pada beton variasi tidak meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan yang melampaui kuat tekan beton kontrol.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian diatas maka diajukan beberapa saran sebagai bahan pertimbangan:

1. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut mengenai alternatif pengganti pasir silika seperti pasir dan abu batu dengan persentase pemakaian pasir dan abu batu yang lebih sedikit.
2. Bagi para peneliti selanjutnya yang ingin meneliti tentang beton RPC, sebaiknya penggunaan superplasticizer pada beton RPC dapat dicoba dengan superplasticizer jenis yang lain.
3. Untuk peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian tentang beton RPC, sebaiknya jenis agregat halus yang digunakan untuk mengganti pasir silika dapat dicoba dengan menggunakan tras.

## DAFTAR PUSTAKA

- Simatupang, P. H., Nasjono, J. K., & Mite, K. G. (2017). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 219-230.
- Richard P., Cheyrezy M., Composition of Reactive Powder Concretes, Cement and Concrete Research, Vol. 25, No. 7, pp. 1501-1511, 1995.
- Arianti Sutandi, Widodo Kushartomo. "Pengaruh Ukuran Butiran Maksimum Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete." *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan*, 2019: 161-170.
- Alkhaly, Yulius Rief. "Reactive Powder Concrete Dengan Sumber Silika Dari Limba Bahan Organik." *Teras Jurnal*, 2013: 157-166.
- Yang Ju,Kaipei Tian,Hongbin Liu,Hans-Wolf Reinhardt,Li Wang. "Experimental investigation of the effect of silica fume on the thermal spalling of reactive powder concrete." *elsevier*, 2017: 571–583.
- Hadiranaikar RB dan Muralan S.M. "Factors Affecting The Strength Of Reactive Powder Concrete (RPC)." *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* 3, no. 2 (2012): 455-464.
- Lee, N.P. and D.H. Chrisholm, "Reactive Powder Concrete". Building Research Levy, 2005. 146.
- sutandar, Erwin. "The Influence of the Use of Cement Brands on the Physical and Mechanical Properties of Reactive Powder Concrete

(RPC)." *International Journal of Scientific Advances* 2, no. 4 (2021): 568-577.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Teknik Sipil Universitas Gaja Mada.

SNI 03-2847-2002., Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-2847-2013., Ketentuan umum rancangan campuran, Badan Standarisasi Nasional.

Nugrah, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Surabaya: CV Andi Offset

Ramadhan, Muhammad. "Pengaruh Proses Curing Dengan Cara Perendaman Dalam Air Mendidih Terhadap Beton Reaktif Semen." *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil 1* (2018): 1-11.



Lampiran

L

A

M

P

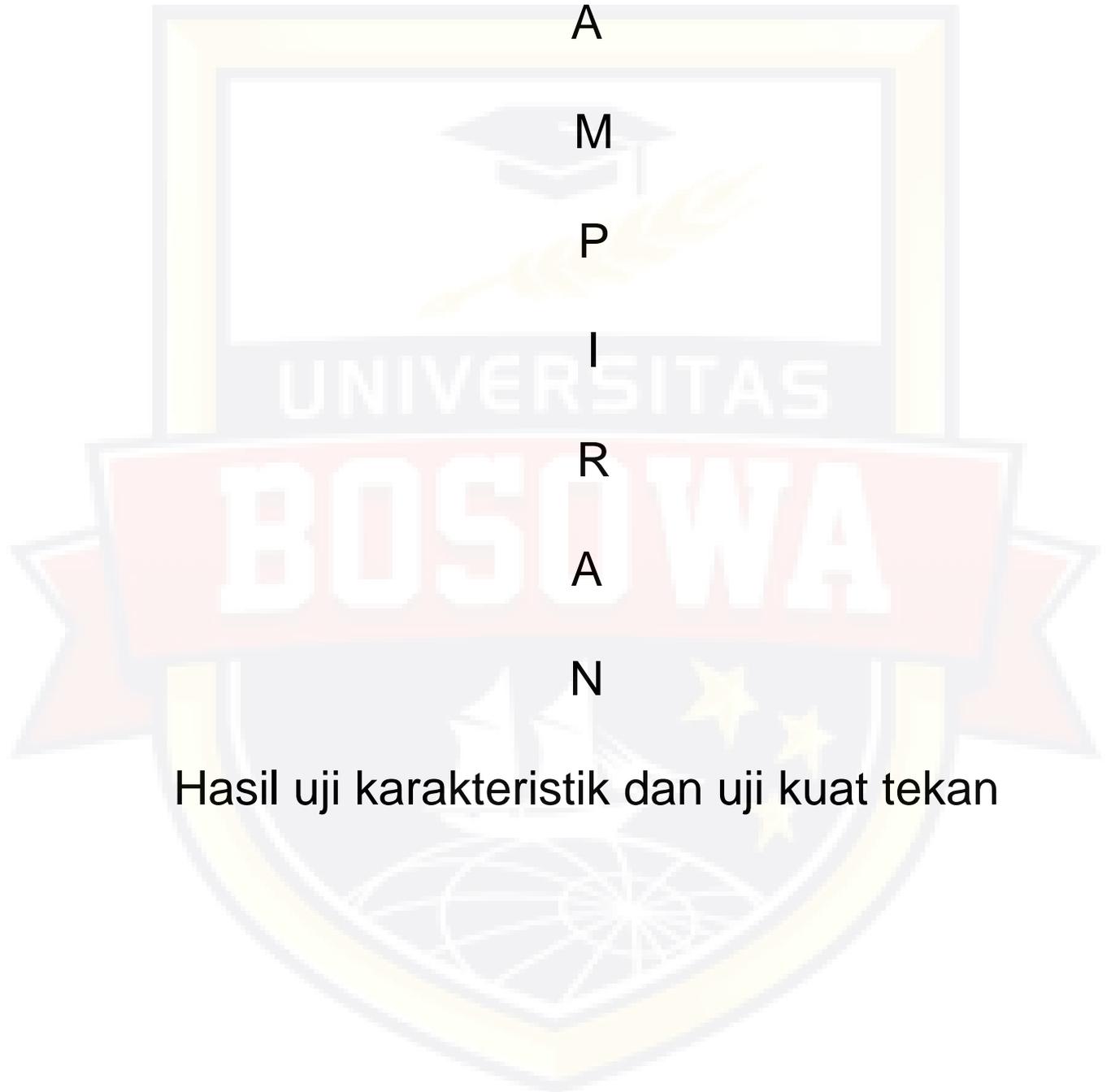
I

R

A

N

Hasil uji karakteristik dan uji kuat tekan





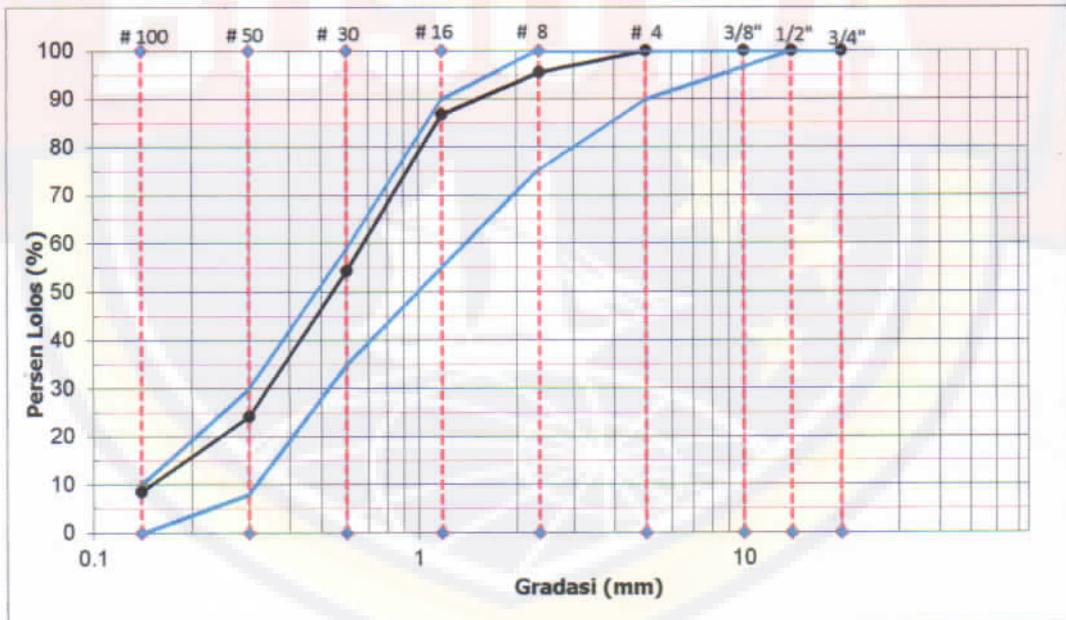
**LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

**ANALISA SARINGAN PASIR**

Material : Pasir  
 Tanggal : 10 Mei 2021  
 Sumber : Tombongi

Nama : Ekarius Master  
 Pembimbing :  
 1. Dr. Ir. Syahrul Sariman, MT.  
 2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

| Saringan No | Total :            | 1500       |         | Total :            | 1500       |         | Rata-rata | SNI<br>2834<br>tahun<br>2000 |
|-------------|--------------------|------------|---------|--------------------|------------|---------|-----------|------------------------------|
|             | Sampel             | 1          |         | Sampel             | 2          |         | %         |                              |
|             | Kumulatif Tertahan | % Tertahan | % Lolos | Kumulatif Tertahan | % Tertahan | % Lolos | Lolos     |                              |
| 3/4"        | 0                  | 0          | 100     | 0                  | 0          | 100     | 100       | -                            |
| 1/2"        | 0                  | 0          | 100     | 0                  | 0          | 100     | 100       | -                            |
| 3/8"        | 0                  | 0          | 100     | 0                  | 0          | 100     | 100       | -                            |
| No. 4       | 0,0                | 0          | 100     | 0,00               | 0          | 100     | 100       | 90-100                       |
| No. 8       | 71,50              | 4,77       | 95,23   | 63,60              | 4,24       | 95,76   | 95,50     | 75-100                       |
| No. 16'     | 204,50             | 13,63      | 86,37   | 191,80             | 12,79      | 87,21   | 86,79     | 55-90                        |
| No. 30      | 679,30             | 45,29      | 54,71   | 691,80             | 46,12      | 53,88   | 54,30     | 35-59                        |
| No. 50      | 1128,90            | 75,26      | 24,74   | 1146,50            | 76,43      | 23,57   | 24,15     | 8-30                         |
| No. 100     | 1391,90            | 92,79      | 7,21    | 1352,90            | 90,19      | 9,81    | 8,51      | 0-10                         |
| No. 200     | 1459,20            | 97,28      | 2,72    | 1497,30            | 99,82      | 0,18    | 1,45      | -                            |
| Pan         | 1498,10            | 99,87      | 0,13    | 1497,50            | 99,83      | 0,17    | 0,15      | -                            |



Diperiksa Oleh  
 Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
 Mahasiswa

Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI PASIR  
(SNI 1973 : 2008)

Material : Pasir  
Tanggal : 10 Mei 2021  
Sumber : Tombongi

Nama : Ekarius Master  
Pembimbing :  
1. Dr.Ir. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Lepas

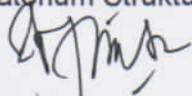
| Nomor Benda Uji                   |                       | I       | II      |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|---------|
| Berat Container (A)               | (gr)                  | 7550    | 7550    |
| Berat Container + Agregat (B)     | (gr)                  | 11898   | 11899   |
| Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)   | (gr)                  | 4348    | 4349    |
| Volume Container (D)              | (cm <sup>3</sup> )    | 3103,11 | 3103,11 |
| Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$ | (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1,401   | 1,401   |
| Berat Isi Rata-rata Agregat       |                       | 1,401   |         |

Padat :

| Nomor Benda Uji                   |                       | I       | II      |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|---------|
| Berat Container (A)               | (gr)                  | 7550    | 7550    |
| Berat Container + Agregat (B)     | (gr)                  | 12016   | 12025   |
| Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)   | (gr)                  | 4466    | 4475    |
| Volume Container (D)              | (cm <sup>3</sup> )    | 3103,11 | 3103,11 |
| Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$ | (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1,439   | 1,442   |
| Berat Isi Rata-rata Agregat       |                       | 1,441   |         |

Makassar, 1 Oktober 2021

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200  
PASIR

Material : Pasir  
Tanggal : 10 Mei 2021  
Sumber : Tombongi

Nama : Ekarius Master  
Pembimbing :  
1. Dr.Ir. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

|                                |      |               | I     | II    |
|--------------------------------|------|---------------|-------|-------|
| Berat benda uji sebelum dicuci | gram | A             | 1000  | 1000  |
| Berat benda uji setelah dicuci | gram | B             | 958,8 | 964,2 |
| Berat Lumpur                   | gram | $C = (A - B)$ | 41,2  | 35,8  |
| Kadar Lumpur                   | %    | $(C/A) * 100$ | 4,12  | 3,58  |
| Kadar Lumpur Rata-rata         | %    |               | 3,58  |       |

Makassar, 1 Oktober 2021

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Ekarius Master

BUSOWA



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

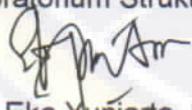
PEMERIKSAAN BERAT JENIS PASIR  
(SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir  
Tanggal : 11 Mei 2021  
Sumber : Tombongi  
Nama : Ekarius Master  
Pembimbing :  
1. Dr.Ir. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

|  | A      | B      | Rata - rata |
|--|--------|--------|-------------|
| Berat benda uji kering - permukaan jenuh | 500,10 | 500,10 | 500,10      |
| Berat Benda Uji kering Oven Bk           | 491,90 | 490,80 | 491,35      |
| Berat Piknometer diisi air (25°C) B      | 692,40 | 687,10 | 689,75      |
| Berat piknometer + benda uji (SSD) Bt    | 959,20 | 952,90 | 956,05      |

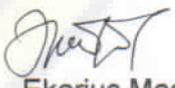
|                                      |                                      | A    | B    | Rata-Rata |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------|------|-----------|
| Berat Jenis ( Bulk)                  | $\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)}$          | 2,11 | 2,10 | 2,10      |
| Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh | $\frac{500}{B + 500 - Bt}$           | 2,14 | 2,13 | 2,14      |
| Berat Jenis Semu ( Apparent )        | $\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$             | 2,19 | 2,18 | 2,18      |
| Penyerapan ( Absorption )            | $\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\%$ | 2,69 | 2,89 | 1,79      |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR AIR PASIR  
(SNI 1965 : 2008)

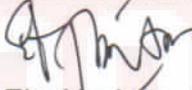
Material : Pasir  
Tanggal : 11 Mei 2021  
Sumber : Tombongi

Nama : Ekarius Master  
Pembimbing :  
1. Dr.Ir. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

|                             |      |                   | I     | II    |
|-----------------------------|------|-------------------|-------|-------|
| Berat benda uji             | gram | A                 | 500,2 | 500,4 |
| Berat benda uji kering oven | gram | B                 | 477,7 | 476,7 |
| Berat Air                   | gram | $C = (A - B)$     | 22,5  | 23,7  |
| Kadar Air                   | %    | $(C/B) \cdot 100$ | 4,71  | 4,97  |
| Kadar Air Rata-rata         |      | %                 | 4,84  |       |

Makassar, 1 Oktober 2021

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



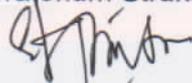
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 21 Juni 2021  
Id sampel : BK TANPA SP

| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan<br>Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                          |
| 1            | 12,245          | 416                | 23.55                    |
| 2            | 12,300          | 530                | 30.01                    |
| 3            | 12,350          | 510                | 28.87                    |
| 4            | 12,340          | 460                | 26.04                    |
| 5            | 12,350          | 485                | 27.46                    |
| Jumlah       |                 | 2401               | 135.94                   |
| Rata - Rata  |                 | 480                | 27.19                    |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

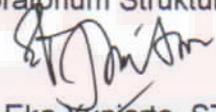
HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 21 Juni 2021  
Id sampel : BK DENGAN SP

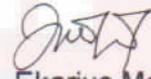
| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| 1            | 12,300          | 550                | 31.14                 |
| 2            | 12,350          | 540                | 30.57                 |
| 3            | 12,360          | 545                | 30.86                 |
| 4            | 12,450          | 555                | 31.42                 |
| 5            | 12,400          | 560                | 31.71                 |
| Jumlah       |                 | 2750               | 155.70                |
| Rata - Rata  |                 | 550                | 31.14                 |

Makassar, 1 Oktober 2021

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

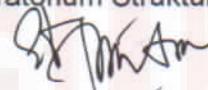
Tanggal Tes : 29 Juli 2021

Id sampel : Pasir 50%

| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| P 50 1       | 12,295          | 485                | 27.46                 |
| P 50 2       | 12,200          | 410                | 23.21                 |
| P 50 3       | 12,250          | 465                | 26.33                 |
| Jumlah       |                 | 1360               | 77.00                 |
| Rata - Rata  |                 | 453                | 25.67                 |

Makassar, 1 Oktober 2021

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuharto, ST. MT.

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



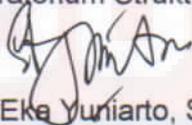
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 29 Juli 2021  
Id sampel : Pasir 50% + SP

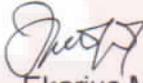
| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| P 50 SP 1    | 12,300          | 480                | 27.18                 |
| P 50 SP 2    | 12,250          | 455                | 25.76                 |
| P 50 SP 3    | 12,310          | 480                | 27.18                 |
| Jumlah       |                 | 1415               | 80.11                 |
| Rata - Rata  |                 | 472                | 26.70                 |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

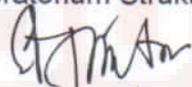
HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 29 Juli 2021

Id sampel : Pasir 100%

| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| P 100 1      | 12,190          | 400                | 22.65                 |
| P 100 2      | 12,280          | 455                | 25.76                 |
| P 100 3      | 12,320          | 460                | 26.04                 |
| Jumlah       |                 | 1315               | 74.45                 |
| Rata - Rata  |                 | 438                | 24.82                 |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yudianto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



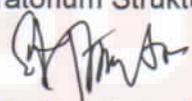
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 29 Juli 2021  
Id sampel : Pasir 100% + SP

| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| P 100 SP 1   | 12,350          | 425                | 24.06                 |
| P 100 SP 2   | 12,150          | 470                | 26.61                 |
| P 100 SP 3   | 12,330          | 440                | 24.91                 |
| Jumlah       |                 | 1335               | 75.58                 |
| Rata - Rata  |                 | 445                | 25.19                 |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



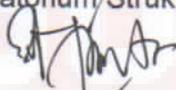
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 30 Juli 2021  
Id sampel : Abu Batu 50%

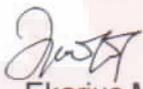
| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| AB 50 1      | 12,270          | 400                | 22.65                 |
| AB 50 2      | 12,180          | 375                | 21.23                 |
| AB 50 3      | 12,200          | 370                | 20.95                 |
| Jumlah       |                 | 1145               | 64.83                 |
| Rata - Rata  |                 | 382                | 21.61                 |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

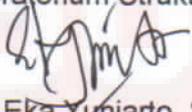
HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 30 Juli 2021

Id sampel : Abu Batu 50% + SP

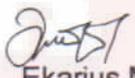
| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| AB 50 SP 1   | 12,350          | 470                | 26.61                 |
| AB 50 SP 2   | 12,200          | 415                | 23.50                 |
| AB 50 SP 3   | 12,340          | 460                | 26.04                 |
| Jumlah       |                 | 1345               | 76.15                 |
| Rata - Rata  |                 | 448                | 25.38                 |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

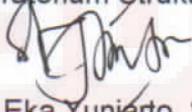
HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 30 Juli 2021

Id sampel : Abu Batu 100%

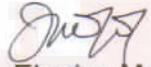
| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| AB 100 1     | 12,300          | 360                | 20.38                 |
| AB 100 2     | 12,195          | 345                | 19.53                 |
| AB 100 3     | 12,115          | 355                | 20.10                 |
| Jumlah       |                 | 1060               | 60.01                 |
| Rata - Rata  |                 | 353                | 20.00                 |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

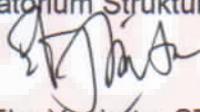
HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)  
(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 30 Juli 2021

Id sampel : Abu Batu 100% + SP

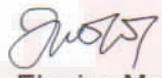
| No Benda Uji | Berat<br>( kg ) | Beban              | Kekuatan Tekan<br>Mpa |
|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
|              |                 | Maksimum<br>( KN ) |                       |
| AB 100 SP 1  | 12,180          | 330                | 18.68                 |
| AB 100 SP 2  | 12,195          | 410                | 23.21                 |
| AB 100 SP 3  | 12,230          | 370                | 20.95                 |
| Jumlah       |                 | 1110               | 62.85                 |
| Rata - Rata  |                 | 370                | 20.95                 |

Diperiksa Oleh  
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 1 Oktober 2021

Diuji Oleh  
Mahasiswa

  
Ekarius Master