



# 8.79%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 22 JUL 2024, 1:05 PM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

 IDENTICAL	 CHANGED TEXT	 QUOTES
0.24%	8.55%	0.16%

## Report #22114747

BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Penggunaan bahan konvensional pada beton, seperti batu kerikil untuk dijadikan agregat keras, merupakan hal yang sudah lumrah penggunaannya pada pelaksanaan proyek konstruksi. Namun batu kerikil adalah suatu sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Semakin lama penggunaan batu kerikil pada proyek konstruksi maka sumber daya alam tersebut akan habis. Oleh sebab itu diperlukan sebuah pengganti yang fungsinya dapat menyamai penggunaan batu kerikil sebagai agregat keras pada pembuatan beton, yaitu agregat buatan yang menggunakan bahan fly ash sebagai bahan dasar pembuatan agregat ini. Menurut Pasal 459 Huruf C (PP No.22 th 2021, 2021) Indonesia menggunakan batu bara sebagai pembangkit Listrik tenaga uap. Pada prosesnya terdapat limbah yang bernama fly ash, fly ash tersebut merupakan limbah B3 yang dapat merugikan bagi lingkungan. Maka dari itu untuk menanggulangi kerusakan akibat limbah yang dihasilkan oleh batu bara, peneliti akan menggunakannya sebagai bahan dasar pembuatan agregat buatan pengganti agregat alami batu kerikil pada pembuatan beton. Menurut (Risdiyanto et al., 2020) batu kerikil adalah sumber daya yang tidak bisa diperbarui, oleh karena itu batu kerikil tidak bisa digunakan untuk jangka panjang karena keberadaannya akan semakin menipis jika sering digunakan. Semakin langkanya batu kerikil untuk dijadikan agregat keras pada beton, maka akan semakin mahal sumber

daya alam tersebut, pada penggunaannya, seperti pembuatan gedung bertingkat, pembuatan jalan, dan infrastruktur di Indonesia. Namun apabila digunakan pada pembuatan rumah tinggal hal tersebut akan memberatkan pada bidang finansial pada pembuat rumah. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti ingin membuat agregat keras pengganti batu kerikil pada beton konvensional 15 mpa, supaya penggunaannya dapat digunakan pada beton konvensional pembuatan rumah tinggal yang semakin hari akan semakin bertambah. **19** 1.2 Rumusan Masalah Rumusan masalah yang ada

dari penelitian ini yaitu: **16** 1. Bagaimana pengaruh agregat buatan berbahan dasar fly ash terhadap kuat lentur beton normal? 2. Bagaimana perbandingan kuat tarik antara agregat buatan berbahan dasar fly ash dan agregat alami terhadap beton normal? 1.3 Tujuan Penelitian Penelitian ini bertujuan untuk : 1. Mengetahui pengaruh agregat buatan berbahan dasar fly ash terhadap kekentalan atau workability pada adukan beton normal; **17** 2. Mengetahui pengaruh agregat buatan terhadap sifat mekanik beton normal pada kuat lentur; 1.4 Manfaat Penelitian Penelitian ini memiliki manfaat yaitu: 1 1.

Memberikan informasi tentang perbandingan kuat lentur beton normal dengan tambahan agregat buatan dan kuat lentur beton normal dengan agregat alami, sehingga dapat memberikan solusi alternatif yang lebih efektif dalam memperkuat beton; 2. Mengurangi penambangan batu alam yang dapat merusak lingkungan karena proses penambangan batu kerikil berasal dari batu alam yang ada di lereng-lereng bukit. Proses tersebut berdampak pada lingkungan. **2**

**18** 1.5 Batasan Masalah Berikut merupakan batasan masalah pada penelitian ini adalah: 1. Mutu beton yang dipakai sebesar  $f'c$  15 MPa; 2. Penelitian ini menggunakan benda uji balok dengan ukuran 15 × 15x 60 cm; 3. Umur pengerjaan beton yang dilakukan selama 7, 14, dan 28 hari; **12** 4. Menggunakan aktivator alkali NaOH (Natrium Hidroksida) dan  $Na_2SiO_3$  (Natrium Silikat) pada campuran agregat buatan. 5. Pembuatan beton pada penelitian ini akan menggunakan dua sampel, yaitu beton normal dengan agregat keras alami dan beton normal dengan agregat keras buatan. Total sampel adalah 36 sampel, dimana 9 sampel untuk beton agregat buatan

substitusi 100%, 9 sampel untuk beton agregat buatan substitusi 30%, dan 9 sampel beton normal agregat buatan substitusi 60%. 9 sampel beton normal agregat alami. **1 5** 2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Beton Beton adalah suatu bahan penyusun yang terdiri dari beberapa bahan berupa portland cement , agregat mulus, agregat keras, air dan admixture atau additive (Mulyono, 2019). **1 4** Dalam bidang konstruksi, beton memiliki peranan yang sangat penting. **1 4** Kekuatan pada beton dapat menentukan umur bangunan. Selain itu, beton memiliki daya tekan yang baik dan sifatnya yang plastis memungkinkan untuk dicetak sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. **1** Beton memiliki beberapa jenis dan fungsi yang berbeda beda berdasarkan kekuatan, mutu, material yang digunakan, dan sifat beton. Pada penelitian ini, peneliti tidak menggunakan bahan admixture dan additive sebagai bahan tambah pada campuran beton. **9** 2.2 Beton Normal Menurut (SNI 7656:2012, 2012) beton normal merupakan beton yang mempunyai berat isi antara 2.200 kg / m<sup>3</sup> –2.500 kg / m<sup>3</sup> . Hal tersebut sudah menyangkut berat agregat keras dan agregat mulus, serta bahan tambahan lainnya. Pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan campuran beton normal dengan  $F_c'$  rencana sebesar 15 MPa dikarenakan tidak ada standar kuat tekan untuk uji tarik lentur pada (Badan Standardisasi Nasional, 2011) dan sesuai yang sudah dipaparkan pada latar belakang peneliti ingin mencari alternatif bahan pengganti agregat keras yang digunakan pada pembangunan rumah tinggal seperti yang diteliti oleh (Fachriza Noor Abdi<sup>1</sup>, Heri Sutanto<sup>1</sup>, 2019) 2.3 Agregat mulus Agregat mulus, menurut SNI 03 – 6820 – 2002, diartikan sabagai agregat mulus yang dibuahkan dari batuan atau terak tanur tingkat tinggi dan memiliki ukuran butir maksimal 4,76 mm. Sebaliknya, agregat mulus olahan didefinisikan sebagai agregat mulus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara lain. Agregat mulus berikut memenuhi syarat untuk dipilih menurut standar SK SNI S -04 – 1989 – F: 2.4 Agregat keras Menurut ASTM C 33/03, agregat keras adalah batuan dengan ukuran butir lebih dari 4,80 milimeter. Persyaratan untuk agregat keras termasuk: Persyaratan

proporsi gradasi saringan 3 untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan ASTM C 33/03 "Spesifikasi Standar untuk Agregat Beton Kasar

1 “ Standard Spesification for Concrete Aggregates 20 . 2.5 Agregat  
Buatan Batu kerikil dan pasir adalah sebuah agregat yang sering digunakan untuk bahan pembuatan beton. Agregat dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu agregat keras (kerikil) dan agregat mulus (pasir). Menurut (Adhitya, Sagaff, Saloma, & Hanafiah, 2023) pada penelitiannya mengklasifikasikan agregat keras menjadi dua, yaitu agregat alami dan agregat buatan. Dimana agregat buatan ini menggunakan limbah sisa produksi, seperti fly ash . Pada proses pembuatan agregat ini akan menggunakan reaksi senyawa kimia Naoh dan  $Na_2SiO_3$ , yaitu alkalie activator sebagai bahan pengikat dan pengerasan pembentuk agregat. Pada penelitian ini pembuatan agregat buatan akan menggunakan teori dari agregat buatan seperti yang sudah dituliskan, hanya saja pada proses pelaksanaannya pembuatan agregat ini tidak menggunakan tambahan agregat keras seperti pembuatan beton geopolimer. 2.6 Material Penyusun Agregat Buatan Menurut (Hao, 2022) agregat buatan adalah agregat yang memiliki partikel density kurang dari  $2 \text{ g/cm}^3$  dan bulk density kurang dari  $1,2 \text{ g/cm}^3$ . Agregat buatan ini terbuat dari bahan limbah yang proses terbuatnya dengan cara dibakar dengan temperatur tinggi sehingga menghasilkan sebuah sisa hasil produksi yang bisa dikategorikan sebagai limbah. Contoh limbah yang dimaksud seperti, fly ash , slag, dan limbah hasil pembuatan material obat. 2.2.1 Abu Terbang (Fly Ash)  
Ini adalah bahan utama untuk pembentakan geopolymer yang mempunyai ikatan aluminosilikate yang kaya akan silikon (Si) dan aluminium (Al). Ini dapat berupa bahan alami seperti kaolin dan lumpung yang memiliki formula empiris yang memiliki Si, Al, dan Oksigen (Adhitya, Sagaff, Saloma, & Hanafiah, 2023), atau bahan buatan seperti Flyahs, fume silica, dan slag. 4 Berdasarkan tabel di atas, kandungan fly ash yang digunakan zat yang paling banyak terkandung adalah  $SiO_2$  (Silikon Dioksida),  $Al_2O_3$  (Aluminium Oksida), dan  $Fe_2O_3$ . 1 2.2 1 2 Alkali Aktivator

Zat atau komponen yang memicu reaksi dari zat atau komponen lain disebut aktivator.

1 10 Unsur alkali yang terhidrasi, sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) digunakan sebagai aktivator dalam penelitian ini. 1 Sodium hidroksida mereaksikan unsur Al dan Si, sedangkan sodium silikat membantu mempercepat polimerisasi. Menurut (Abdullah, 2021), larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan larutan Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) adalah jenis alkali aktivator yang paling umum dan mudah ditemukan.

Perbandingan massa  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$  dalam larutan alkali aktivator merupakan modulus aktivator. Pada Gambar 2.1 persamaan 1 adalah proses polikondensasi oleh alkali, atau proses tercampurnya waterglass (natrium silikat) dan fly ash (alumina). Reaksi ini menghasilkan senyawa berupa  $\text{Si-O-Al} + \text{z}^- (\text{OH})_3$  (orthosilicate). Sedangkan pada persamaan 2 adalah proses senyawa orthosilicate yang bereaksi dengan air, proses tersebut adalah proses pengerasan pada senyawa alkali activator (Purbasari et al., 2018). 5 (Saputro & Rangkuti, 2018) pada penelitiannya untuk melarutkan senyawa dengan molaritas menggunakan rumus :

2.7 Kuat lentur Beton Kuat lambai beton merupakan kemampuan benda uji (balok) untuk menampung gaya tegak lurus, pada dua per letakkan yang diberikan kepadanya sampai benda uji patah. 15 Kuat lentur tersebut dikatakan

dengan satuan Mega Pascal (MPa) persatuan luas (Nasional, 2011). Gambar 2 1

Peletakan Benda Uji, Uji Tes Kuat Lentur Sumber : (Badan Standardisasi

Nasional, 2011) 6 Gambar 2 2 Patah pada 1/3 Bagian Bentang Tengah

(Rumus 1) Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011) Gambar 2 3

Patah di Luar 1/3 Bagian Bentang Tengah dan Garis Patah <5% dari

Bentang (Rumus 2) Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011) Gambar

2 4 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada >5%

dari Bentang (Rumus 2) Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011)

2.7.1 Konversi Kuat Lentur Beton Penggunaan konversi pada pengujian beton, seperti kuat lentur bertujuan untuk memprediksi kemampuan beton terhadap umur. Hal tersebut dilakukan agar pengoptimalan desain pada pembuatan beton. Pada penelitian ini akan menggunakan dua rumus

konversi, yaitu berdasarkan PBI : 1971 dan jurnal (Ahmed et al., 2016) 7 2.8 Kuat Tekan Beton Uji kekuatan tekan beton berguna untuk mengungkapkan kemampuan beton dalam menahan suatu beban. Berdasarkan SNI-03-1974-1990 rumus kuat kekuatan tekan adalah : BAB III METODE PENELITIAN 3.1 Objek Penelitian Objek penelaitain atau benda uji pada penelitian ini adalah sebuah agregat buatan berbahan dasar limbah (fly ash) yang akan menjadi agregat keras pengganti agregat alami (batu kerikil). Agregat ini akan dicampurkan dalam campuran beton 15 Mpa. Pengujian benda uji pada penelitian ini adalah pengaruh agregat keras buatan terhadap kuat lentur beton, yang dimana beton akan ditaruh pada mesin tes tarik untuk melihat pengaruh agregat terhadap kuat tarik beton. 11 8 3.2 Variabel Penelitian Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa agregat keras buatan dan agregat keras alami. Sedangkan variabel terikatnya adalah perbandingan kuat tarik beton. 3.3 Pengumpulan Data Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini berupa uji coba pengaruh agregat buatan terhadap kuat tarik beton normal. 8 Pengujian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti: a. Pengujian Agregat keras 1) Uji berat jenis dan daya serap air agregat keras (SNI 1969: 2008). 2) Analisis saringan agregat keras (SNI ASTM C136-2012) 3) Uji berat isi agregat keras (SNI 03-4804-1998). 4) Uji Kadar Lumpur agregat keras (SNI 03-4142-1996). b. 14 Pengujian Agregat mulus 1) Uji berat jenis dan daya serap air pada agrogat mulus (SNI 1970: 2008). 2) Analisis saringan agregat mulus (SNI ASTM C136-2012) 3) Uji berat isi agregat mulus (SNI 03-4804-1998). 4) Uji Kodar Lumpur agregat mulus (SNI 03-4142-1996). c. Pengujian Kuat Tarik Beton Normal 1) Uji Kuat Tarik (SNI-4431-2011) d. Pembuatan dan Pengujian Agregat Buatan 1) Pembuatan agregat akan mengacu pada jurnal-jurnal terdahulu terkait persentase dan tata cara. 2) Uji berat jenis dan dayat sarap air agregat keras (SNI 1969: 2008). 3) Analisis saringan agregat keras (SNI ASTM C136-2012) 4) Uji berat isi agregat keras (SNI 03-4804-1998). 5) Uji Kadar Lumpur agregat keras (SNI 03-4142-1996). 3.4 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji Penelitian ini

menggunakan acuan SNI-293-2011 dan acuan dari jurnal-jurnal terdahulu dalam pembuatan benda uji berikut merupakan proses pembuatan agregat buatan dan beton berdasarkan acuan adalah sebagai berikut: 9 3.5 Mix Design

Agregat Buatan Pembuatan dan standar prosedur yang digunakan peneliti untuk membuat agregat buatan ini bersumber dari jurnal. (Cornelis et al., 2019) dari penelitiannya menggunakan campuran geopolimer dengan tambahan pasir sungai dan fly ash kelas c sebagai bahan dasarnya. Sedangkan pada penelitian ini, peneliti menggunakan fly ash kelas f. Untuk komposisi campurannya peneliti akan mengikuti komposisi berdasarkan jurnal.

### 3.6 Pengujian Agregat

Pada penelitian ini membahas langkah-langkah prosedur pengujian agregat sesuai dengan standar yang dibahas sebelumnya.

### 10 3.7 Analisis Data

Penelitian ini akan memperoleh hasil berupa perbandingan kuat tarik antara beton substitusi 100% agregat buatan dan beton tanpa substitusi agregat (beton normal).

## Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penyajian Data

Dalam bab ini merupakan hasil dari penyajian data pengujian yang sudah disesuaikan dengan standar yang beraku di bab sebelumnya.

#### 4.1.1 Hasil Pengujian Agregat

11 Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium PT. Jaya Beton Indonesia. Material seperti agregat keras alami dan agregat mulus alami yang digunakan dalam penelitian berasal dari PT Jaya Beton Indonesia yang dipasok dari beberapa lokasi pemasok material seperti Cikadu. Maka dari itu hasil pengujian agregat keras dan halus alami akan menggunakan hasil pengujian dari PT Jaya Beton, sedangkan hasil pengujian agregat buatan dilakukan mandiri sesuai dengan standar berlaku di bab sebelumnya.

##### 4.1.1.1 Hasil Analisa Saringan

Pada uji analisa saringan ini akan menggunakan standar SNI ASTM C136-2012 pada pengujian agregat buatan. Sedangkan pada agregat keras dan halus alami akan menggunakan standar yang digunakan oleh PT Jaya Beton. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

a. Agregat keras alami Pada tabel 4.1 didapatkan derajat kehalusan agregatnya berada di angka 7,75, dimana hal tersebut belum memenuhi standar dari SNI-04-1989-F, yaitu 6.0-7.1. 12

Berdasarkan hasil uji yang didapat dari Gambar 4.1 gradasi sampel memenuhi standar atas dan bawah. 6 Hal tersebut karena hasil grafik persentase lolos tidak berada di atas batas atas dan di bawah batas bawah, grafik tersebut berada di antara batas atas dan batas bawah grafik. b. Agregat keras buatan Dari Tabel 4.3 derajat kehalusan (FM) berada pada 7.67, hal tersebut menyatakan bahwa derajat kehalusan agregat buatan belum memenuhi standar yang nilainya. Oleh karena itu dibuatlah tabel hasil lolos saringan agregat berdasarkan pengujian sebelumnya. Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa gradasi agregat keras buatan memenuhi syarat gradasi. Hal ini dibuktikan pada hasil uji yang tidak melawati batas atas dan bawah standar uji. 13 c. Agregat mulus Dari Tabel 4.5 hasil uji analisa saringan didapatkan angka 3.11, dimana angka tersebut memenuhi standar, yaitu 1.5-3.8. 4.1.1.2 Hasil Analisa Berat Jenis dan Daya Serap Air Pengujian Berat Jenis dan Daya Serap air ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan air saat pembuatan beton nantinya. Pengujian ini menggunakan SNI 1969-2008 pada pengujian agregat buatan. Sedangkan pada agregat keras dan halus alami akan menggunakan standar yang digunakan oleh PT Jaya Beton. a. Agregat keras Alami Hasil uji berat jenis agregat keras alami berdasarkan data Tabel 4.7 didapatkan sampel agregat berada di angka 2.55, maka dari itu berdasarkan SNI 03-069-2008 hasil berat jenis harus di atas 2.5. Maka dinyatakan bahwa agregat alami memenuhi standar. 14 Berdasarkan hasil uji daya serap air pada Tabel 4.8 hasil tersebut memenuhi standar SNI 03-169-2008, yaitu < 3%. b. Agregat keras Buatan Berdasarkan hasil dari Tabel 4.8 berat jenis dari agregat buatan adalah 2 g/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan standar SNI 03-069-2008 hasil uji berat jenis agregat keras harus di atas 2.5. Maka dari itu agregat buatan ini tidak memenuhi standar uji berat jenis agregat normal. Namun berdasarkan penelitian (Hao et al., 2022) menyatakan bahwa berat jenis agregat lightweight berada pada angka kurang dari sama dengan 2.0 g/cm<sup>3</sup>. Pada SNI-03-169-2008 kadar air dalam agregat tidak boleh melebihi dari 3%. Sedangkan kadar

air agregat buatan ini melebihi standar, yaitu 9.5%. Hal tersebut dikarenakan kandungan alkali aktivator yang menggunakan banyak air untuk proses pembuatannya, seperti Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang mengandung tambahan air.

c. Agregat mulus Alami 15 Berdasarkan hasil uji berat jenis pada Tabel 4.10 sampel agregat mulus memenuhi standar berat jenis sesuai dengan SNI-03-1969-2008, yaitu di atas 2.5. Sedangkan sampel agregat nilainya 2.52. Dari Tabel 4.11 hasil uji daya serap air agregat mulus memenuhi standar karena nilainya di bawah 3%. 4.1.1.3 Hasil Uji Kadar Lumpur Pengujian Kadar Lumpur ini bertujuan. Pengujian ini menggunakan SNI-03-4142-1996 pada pengujian agregat buatan. Sedangkan pada agregat keras dan halus alami akan menggunakan standar yang digunakan oleh PT Jaya Beton. a. Agregat keras Kadar lumpur dari hasil uji Tabel 4.12 berada pada nilai 0.89%, hal tersebut memenuhi standar, yaitu di bawah 1% berdasarkan SNI-03-4142-1996. b. Agregat Buatan 16 Hasil uji kadar lumpur pada agregat keras buatan tidak memenuhi standar yaitu hasil berada di atas 1%, 8.70%. Untuk itu pada saat proses pembuatan beton, agregat akan dicuci terlebih dahulu untuk mengurangi kadar lumpur pada agregat, baru setelah itu bisa dicampurkan dalam adukan beton. c. Agregat mulus Kadar lumpur pada agregat mulus pada Tabel 4.14 adalah 3.22%. Hal tersebut agregat mulus memenuhi standar dari SNI-03-4142-1996, yaitu di bawah 5%. 4.1.1.4 Hasil Pengujian Berat Isi a. Agregat keras Alami Berdasarkan SNI 03-4804-1998 agregat harus memiliki berat isi sebesar  $\geq 1.4$ , sedangkan pada sampel agregat alami memiliki nilai 1.46. Maka dari itu, agregat alami memenuhi standar yang diberikan oleh SNI 03-4804-1998. 17 b. Agregat keras Buatan No. Percobaan Satuan 1 2 1. 14000.00 14000.00 2. Berat container (B) gr 7318.00 7318.00 3. Berat sample dan container (C) gr 29100.00 26970.00 4. Berat sample (D=C-B) gr 21782.00 19652.00 5. Berat isi (E=D/A) 1.56 1.40 6. Selisih 0.15 7. Rata - rata (F) 1.48 8. Berat jenis (G) 2.21 9. Persentase volume padat (H=(F/G)x100%) 66.96 Volume container (A) cm 3 cm 3 /gr Berdasarkan SNI 03-4804-1998 agregat harus memiliki berat

isi sebesar  $\geq 1.4$  , sedangkan pada sampel agregat buatan memiliki nilai 1.46. Maka dari itu, agregat alami memenuhi standar yang diberikan oleh SNI 03-4804-1998. c. Agregat mulus Berdasarkan Tabel 4.17 sampel agregat mulus nilai berat isinya lebih dari 1.4, yaitu 1.46 artinya sampel agregat mulus memenuhi standar yang diberikan oleh SNI 03-4804-1998. 4.1.1.5 Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Setelah pengujian sebelumnya dilakukan, berikut adalah hasil rekapitulasi pengujian agregat keras dan halus. 18 4.1.2 Perancangan Campuran 4.1.2.1 Mix Design Agregat Buatan a. Komposisi Campuran Agregat Pembuatan agregat buatan ini mengambil referensi dari jurnal-jurnal terdahulu. Tabel 4.15 adalah hasil dari trial dan error pengambilan referensi jurnal yang dapat dilihat pada Tabel 3.3, sehingga ada sedikit perbedaan yaitu penambahan pasir sebagai campuran pembuatan agregat ini. (Cornelis et al., 2019) memberikan asumsi bahwa pasta geopolimer akan melapisi dan mengisi void pada partikel pasir dan penambahan pasir membuat campuran geopolimer semakin solid. Berdasarkan persamaan 2.1 pada sub bab 2.2.2 dapat dihitung nilai kebutuhan air dengan molaritas yang direncanakan, adalah :

b. Hasil Uji Pada sampel agregat yang digunakan peneliti menggunakan referensi dari (Cornelis et al., 2019) seperti yang ada pada sub bab 3.5. peneliti hanya menggunakan campuran nomor 1, 2, dan 3 yang hasilnya dirangkum pada Tabel 19 Pada Gambar 4.4 merupakan hasil uji kuat tekan sampel agregat menggunakan komposisi agregat dari Tabel 4.15. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan (MPa) akan menggunakan rumus dari persamaan 1, Berdasarkan persamaan 2.4 pada sub bab 2.8, didapatkan hasil sebagai 4.1.2.2 Mix Design Beton Pada Tabel 4.16 adalah rangkuman hasil perhitungan campuran beton berdasarkan standar SNI 7657-2012, dengan 20 Berdasarkan data dari Tabel 4.16, setelah itu langkah selanjutnya adalah mengkonversi data hasil mix design menjadi satuan kedalam cetakan, yaitu cetakan balok uk. (15 × 15 × 60) cm. Untuk mendapatkan nilai uji slump sesuai rencana, berdasarkan Tabel 4.18 terjadi perubahan untuk menyesuaikan hasil rencana. Pada Tabel 4.24

adalah tabel komposisi campuran beton berdasarkan variasi benda uji. Perbedaannya terletak pada komposisi agregat keras dan air yang berubah menjadi 2.9 liter pada sampel agregat buatan, yaitu BA-B1, BA-B2, BA-B3. 4.2 Analisa Data Pada sub bab 4.2 akan berisi hasil dan analisa terkait data yang diberikan, seperti uji slump dan kuat lentur terhadap agregat buatan serta agregat alami, sebagai berikut. 4.2.1 Uji Slump Tujuan pengujian slump adalah untuk mengetahui workability beton sebelum dimasukkan ke dalam cetakkan, yang dapat dilihat pada Tabel 4.22. 21 Berdasarkan Gambar 4.5 dan orientasi pada Tabel 3.1 campuran BA-A memiliki slump paling rendah yaitu 110 mm, menunjukkan bahwa campuran ini memiliki konsistensi yang lebih kental dan memungkinkan memiliki workability yang lebih rendah dibandingkan campuran lainnya. Sedangkan BA-B1 dan BA-B2 memiliki nilai slump yang paling tinggi dari semua campuran, yaitu 120 mm menunjukkan bahwa campuran ini lebih cair dan memiliki workability yang lebih baik. Ini berarti campuran ini lebih mudah untuk ditempatkan dan diolah. Campuran BA-B3 memiliki nilai slump 117 mm sedikit lebih rendah dibandingkan BA-B1 dan BA-B2, menunjukkan bahwa campuran ini memiliki workability yang baik, namun sedikit lebih kental dibandingkan BA-B1 dan BA-B2. 4.2.2 Uji Kuat Lentur Pengujian kuat lentur ini akan menggunakan referensi dari SNI 4431-2011, sebagai standar penentuan kuat lentur benda uji. Benda uji yang akan diuji ini memiliki spesifikasi, seperti balok berukuran 15x15x60 cm dan volume sebesar 0.0135 m<sup>3</sup>. Total benda uji adalah 27 benda uji dengan 3 variabel serta umur beton 7, 14, dan 28 hari yang sudah dibahas sebelumnya. Hasil uji kuat lentur yang dilakukan di PT Mixindo Indonesia ini menghasilkan patahan di bagian 1/3 bagian tengah. Maka dari itu sesuai dengan SNI 4431-2011, rumus yang digunakan adalah rumus 1 yang dapat dilihat pada persamaan 2.2 sub bab 2.7, yaitu: Berdasarkan Tabel 4.26 beban dari mesin kuat lentur harus dikalikan dengan 1000 agar mendapatkan nilai dengan satuan Newton. Pada sampel BA-B1 dan BA-B2 dikarenakan masalah waktu dan biaya

akan menggunakan angka konversi dari sumber AASHTO Final Report, May 2008 dan penelitian (Ahmed et al., 2016), yang bisa dilihat pada persamaan 2.3 pada sub bab 2.7.1. penggunaan rumus tersebut, sebagai berikut : Pada Tabel 4.25 berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan rumus persamaan 2.3 pada sub bab 2.7.1 didapatkan hasil konversi kuat lentur yang ada pada tabel. a. Hasil Berat Jenis Beton 23 Dari Tabel 4.27 didapatkan pemahaman lebih mendalam terkait pengaruh komposisi beton dengan campuran yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan perbedaan berat jenis dari agregat keras yang digunakan, yaitu agregat keras buatan dan agregat keras alami. 4.3 Pembahasan Data Pada sub bab 4.3 ini adalah pembahasan data dari analisa data yang diberikan, seperti uji slump dan kuat lentur beton normal. 4.3.1 Uji Slump 24 Variasi nilai slump ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor dalam komposisi campuran, seperti rasio air- semen (w/c ratio) , jenis dan proporsi agregat, serta penambahan bahan aditif atau superplasticizer . Campuran dengan agregat buatan mungkin memerlukan sedikit penambahan air untuk mencapai workability yang diinginkan, yang tercermin dalam nilai slump yang lebih tinggi pada BA-B1 dan BA-B2. Berdasarkan hal tersebut komposisi campuran BA-A merupakan yang paling kental dan komposisi BA-B1 dan BA-B2 merupakan yang paling cair. Maka dari itu sesuai dari tujuan penelitian ini, tingkat pengerjaan beton ( workability) pembuatan beton yang mudah untuk dikerjakan adalah komposisi dari BA-B1 dan BA-B2, dimana campuran agregat keras buatanya adalah 30% dan 60%. Menurut Mehta dan Monteiro (2001), workability beton dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti rasio air- semen, jenis agregat, dan penggunaan bahan tambahan. Nilai slump adalah indikator langsung dari workability , di mana nilai slump yang lebih tinggi menunjukkan workability yang lebih baik. Hasil grafik menunjukkan bahwa campuran BA-B1 dan BA-B2 memiliki nilai slump yang tinggi (120 mm), yang menunjukkan workability yang baik. Ini sejalan dengan penelitian Mehta dan Monteiro yang menunjukkan bahwa peningkatan rasio air-semen

atau penggunaan superplasticizer dapat meningkatkan nilai slump dan workability beton. Menurut penelitian yang dilakukan (Day, 2021), menyatakan bahwa pengaruh agregat yang heterogen membuat nilai slump lebih konstan seperti pada sampel BA-B1 dan BA-B2 dimana ada dua jenis agregat yang digunakan dalam campuran, bentuk bulat dan granular, sehingga mortar mampu mengisi lebih banyak ruang yang ada pada campuran beton. a. Berat Jenis Beton 25 Berdasarkan pada Gambar 4.7 tren grafik uji slump menunjukkan bahwa nilai slump yang lebih tinggi menunjukkan workability yang lebih baik. Beton dengan workability tinggi cenderung memiliki konsistensi yang lebih cair, yang bisa menyebabkan peningkatan volume pasta semen dan penurunan kerapatan beton. Hal ini mengarah pada penurunan berat jenis Di lain pihak, nilai slump yang lebih rendah menunjukkan beton yang lebih kental dan kurang workability . Beton dengan workability rendah cenderung memiliki kerapatan yang lebih tinggi karena kurangnya air dan pasta semen yang berlebihan, sehingga berat jenisnya lebih tinggi. Penggunaan agregat buatan atau agregat dengan berat jenis yang lebih rendah juga dapat memengaruhi hasil. Agregat buatan mungkin memerlukan lebih banyak air untuk mencapai workability yang diinginkan, yang dapat menurunkan berat jenis beton. Penambahan air pada campuran yang menggunakan agregat buatan, seperti yang terlihat pada BA-B1 dan BA-B2, menyebabkan penurunan berat jenis. Penelitian terdahulu oleh Mehta dan Monteiro (2001) menunjukkan bahwa berat jenis beton berbanding terbalik dengan nilai slump , yang disebabkan oleh peningkatan volume pasta semen dan penurunan kerapatan pada beton dengan workability tinggi. Penelitian Neville (1995) dan Mindess & Young (1981) juga mendukung temuan ini, menunjukkan bahwa peningkatan rasio air-semen meningkatkan workability tetapi menurunkan kerapatan dan berat jenis beton. Berdasarkan Gambar 4.8 pengaruh berat jenis terhadap kuat lentur tidak dapat diambil kesimpulan dikarenakan berdasarkan referensi (P. Kumar Mehta & Paulo J. M. Monteiro, 2001), menyatakan bahwa hubungan berat jenis dan porositas atau kerapatan

bertolak belakang, sedangkan fakta bahwa kerapatanlah yang berbanding lurus dengan kuat tekan dan kuat lentur beton. Pengaruh mortar juga memengaruhi, seperti w/c rasio, volume air yang digunakan, dan spesifikasi semen. Pada mix design ada sedikit penambahan air pada campuran beton yang menggunakan agregat buatan, sehingga memengaruhi komposisi campuran beton dan memengaruhi kerapatan campuran beton. 4.3.2 Kuat Lentur Beton Normal 26 Berdasarkan Gambar 4.6 didapatkan bahwa sampel BA-B3 atau substitusi agregat buatan 100% merupakan campuran dengan nilai kuat lentur paling besar, yaitu 5,08 Mpa. Dari keempat sampel didapatkan bahwa seluruh sampel mengalami tren peningkatan yang mencerminkan sifat beton yang semakin lama semakin bertambahnya umur beton, baik pada 7 hari, 14 hari, maupun 28 hari. Nilai  $R^2$  yang tinggi menunjukkan bahwa umur beton adalah faktor yang sangat berpengaruh terhadap kuat lentur. Perbedaan kuat lentur sampel BA-B3 dari sampel BA-A adalah sebesar 25.65%, ini menunjukkan bahwa campuran BA-B3 merupakan campuran yang paling maksimal. Hal ini sesuai dengan penelitian (Ravisankar et al., 2007), yang menyatakan bahwa agregat buatan berbahan fly ash ini mampu meningkatkan kuat lentur beton dengan campuran substitusi 100%. Sedangkan sampel BA-B1 memiliki nilai kuat lentur terendah dari keempat sampel. Hal ini sejalan dengan penelitian (Indra Tjahjani et al., 2023), yang menyatakan bahwa, pengaruh agregat buatan yang berbentuk bulat meningkatkan kuat lentur terhadap agregat alami sebesar 122%. Pada penelitian tersebut terjadi peningkatan yang signifikan pada kuat lentur akibat pengaruh agregat buatan. Berdasarkan Gambar 4.7 agregat keras buatan terbelah setelah pengujian dibandingkan dengan agregat alami yang tidak terbelah setelah pengujian. Berdasarkan hal tersebut agregat keras buatan menyumbang kekuatan untuk menahan beban, hal tersebut dikarenakan bentuk bulat agregat buatan yang searah dengan beban mengakibatkan tegangan antara mortar dan agregat menjadi solid dibandingkan dengan agregat alami. Agregat alami cenderung berada pada posisi tidur yang mengakibatkan

penyaluran beban tidak maksimal dan daya rekat antara mortar dan agregat tidak kuat (Burhanuddin, 2016). **2 3 7** 27 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan, berikut adalah kesimpulan yang didapat : 1. Beton dengan campuran sampel BA-B3 memiliki komposisi yang paling maksimal dari keempat sampel, yaitu 5,08 Mpa. Hal tersebut dikarenakan bentuk bulat agregat yang mudah menampung beban sehingga kemampuan beton dalam menahan beban lebih maksimal. 2. Pengaruh bentuk agregat memengaruhi kemampuan beton untuk menahan beban yang dibebankan. Bentuk bulat yang rounded membuat ikatan mortar dan agregat semakin solid. 3. Workability beton pada sampel BA-A adalah campuran beton yang paling padat dari keempat sampel, sedangkan sampel BA-B1, BA-B2, BA-B3 cenderung encer. Hal tersebut sampel beton yang menggunakan agregat buatan cenderung lebih mudah untuk diaplikasikan dalam pembuatan beton. **2 3 13** 5.2 Saran Berdasarkan

hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan, berikut adalah saran yang didapat : 1. Pembuatan agregat buatan ada baiknya menggunakan alat yang memadai, seperti pan granulator . Karena dengan menggunakan alat tersebut gradasi agregat buatan bisa diatur dan meminimalisir terjadinya gagal produk dalam pembuatan agregat. 2. Penggunaan fly ash dengan kelas yang lebih tinggi memungkinkan meningkatkan kualitas agregat yang akan memengaruhi kemampuan beton dalam menahan beban. 28 29



REPORT #22114747

## Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	<b>3.91%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/7988/10/9.%20Bab%202.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/7988/10/9.%20Bab%202.pdf</a>	● ●
INTERNET SOURCE		
2.	<b>1.14%</b> repository.its.ac.id <a href="https://repository.its.ac.id/62764/1/03111750060017-Master_Thesis.pdf">https://repository.its.ac.id/62764/1/03111750060017-Master_Thesis.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
3.	<b>0.86%</b> journal.unilak.ac.id <a href="https://journal.unilak.ac.id/index.php/teknik/article/download/2914/1698/">https://journal.unilak.ac.id/index.php/teknik/article/download/2914/1698/</a>	●
INTERNET SOURCE		
4.	<b>0.85%</b> repositori.uma.ac.id <a href="https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/16960/1/178110169%20...">https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/16960/1/178110169%20...</a>	● ●
INTERNET SOURCE		
5.	<b>0.69%</b> repo.unr.ac.id <a href="http://repo.unr.ac.id/38/5/TUGAS%20AKHIR%20BAB%202.pdf">http://repo.unr.ac.id/38/5/TUGAS%20AKHIR%20BAB%202.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
6.	<b>0.55%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6418/11/BAB%20IV.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6418/11/BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
7.	<b>0.5%</b> journal.undiknas.ac.id <a href="https://journal.undiknas.ac.id/index.php/reinforcement/article/download/4689/..">https://journal.undiknas.ac.id/index.php/reinforcement/article/download/4689/..</a>	●
INTERNET SOURCE		
8.	<b>0.48%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/2515/11/11.%20BAB%20IV.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/2515/11/11.%20BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
9.	<b>0.46%</b> repositori.uma.ac.id <a href="https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/13993/1/128110009%20...">https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/13993/1/128110009%20...</a>	●



REPORT #22114747

INTERNET SOURCE		
10.	0.44% <a href="http://www.academia.edu">www.academia.edu</a>	●
	<a href="https://www.academia.edu/92193455/Studi_Beton_Geopolimer_Dengan_Bahan..">https://www.academia.edu/92193455/Studi_Beton_Geopolimer_Dengan_Bahan..</a>	
INTERNET SOURCE		
11.	0.39% <a href="http://repository.um-surabaya.ac.id">repository.um-surabaya.ac.id</a>	●
	<a href="https://repository.um-surabaya.ac.id/969/4/BAB_III.pdf">https://repository.um-surabaya.ac.id/969/4/BAB_III.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
12.	0.38% <a href="http://e-journal.trisakti.ac.id">e-journal.trisakti.ac.id</a>	●
	<a href="https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/sim/article/download/13094/7508/391...">https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/sim/article/download/13094/7508/391...</a>	
INTERNET SOURCE		
13.	0.36% <a href="http://www.jurnal.ummu.ac.id">www.jurnal.ummu.ac.id</a>	●
	<a href="https://www.jurnal.ummu.ac.id/index.php/dintek/article/download/1301/887">https://www.jurnal.ummu.ac.id/index.php/dintek/article/download/1301/887</a>	
INTERNET SOURCE		
14.	0.31% <a href="http://eprints.upj.ac.id">eprints.upj.ac.id</a>	●
	<a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/7992/4/10.%20BAB%20III.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/7992/4/10.%20BAB%20III.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
15.	0.3% <a href="http://jurnal.uns.ac.id">jurnal.uns.ac.id</a>	●
	<a href="https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/download/37060/24284">https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/download/37060/24284</a>	
INTERNET SOURCE		
16.	0.29% <a href="http://ojs.poltekba.ac.id">ojs.poltekba.ac.id</a>	●
	<a href="https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/download/162/126/">https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/download/162/126/</a>	
INTERNET SOURCE		
17.	0.28% <a href="http://repository.ummat.ac.id">repository.ummat.ac.id</a>	●
	<a href="https://repository.ummat.ac.id/992/1/3.%20SKRIPSI%20ALFIANDINATA%20%20...">https://repository.ummat.ac.id/992/1/3.%20SKRIPSI%20ALFIANDINATA%20%20...</a>	
INTERNET SOURCE		
18.	0.27% <a href="http://perpus.univpancasila.ac.id">perpus.univpancasila.ac.id</a>	●
	<a href="https://perpus.univpancasila.ac.id/repository/TSFT2000017.pdf">https://perpus.univpancasila.ac.id/repository/TSFT2000017.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
19.	0.24% <a href="http://repository.unika.ac.id">repository.unika.ac.id</a>	●
	<a href="http://repository.unika.ac.id/31791/2/17.B1.0018-STEFANUS%20SOEGIANTO%2...">http://repository.unika.ac.id/31791/2/17.B1.0018-STEFANUS%20SOEGIANTO%2...</a>	
INTERNET SOURCE		
20.	0% <a href="http://e-journal.upr.ac.id">e-journal.upr.ac.id</a>	●
	<a href="https://e-journal.upr.ac.id/index.php/pts/article/download/3811/3097/9780">https://e-journal.upr.ac.id/index.php/pts/article/download/3811/3097/9780</a>	



REPORT #22114747

● QUOTES

INTERNET SOURCE

1. **0.16%** e-journal.upr.ac.id

<https://e-journal.upr.ac.id/index.php/pts/article/download/3811/3097/9780>