

ANALISIS VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON

AGUS MAHMUDI^[1], MOCHAMAD RIDWAN^[2], NABILAH FITRI^[3]

^{[1], [2], [3]}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya
Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya

e-mail: ^[1]agusmahmudi@ubhara.ac.id, ^[2]ridwanitssby@ubhara.ac.id, ^[3]nabilahfitri30@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of variations in the maximum size of coarse aggregate on the compressive strength of concrete. The variations used consist of coarse aggregate sizes of 5–10 mm, a combination of sizes of 5–20 mm, and sizes of 10–20 mm. The concrete mix design refers to SNI 03-2834-2000 with a planned quality of 20 MPa. Testing was carried out on the physical properties of the concrete constituents, including mud content, water content, aggregate gradation, specific gravity and absorbency, Los Angeles abrasion, aggregate volume weight, and normal cement consistency. The cast concrete was tested for compressive strength at 3, 7, 14, 21, and 28 days using a cylinder compression test and hammer test. The results showed that the 5–10 mm size variation produced the highest result of 27.57 MPa, while the 5–10 mm aggregate variation produced a cylinder compressive strength of 25.65 MPa at 28 days. Concrete with 10–20 mm aggregate showed the lowest compressive strength of 23.73 MPa. This shows that smaller coarse aggregate sizes tend to provide better bonding between the cement paste and aggregate, thereby increasing the compressive strength of the concrete.

Keywords : coarse aggregate, maximum size, compressive strength, mix design, normal concrete.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran maksimal agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Variasi yang digunakan terdiri atas agregat kasar ukuran 5–10 mm, kombinasi ukuran 5–20 mm, serta ukuran 10–20 mm. Perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan mutu rencana 20 MPa. Pengujian dilakukan terhadap sifat fisik material penyusun beton meliputi kadar lumpur, kadar air, gradasi agregat, berat jenis dan daya serap, keausan Los Angeles, berat volume agregat, serta konsistensi normal semen. Beton yang telah dicetak diuji kuat tekannya pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari menggunakan uji tekan silinder dan hammer test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi ukuran 5–10 mm memberikan hasil tertinggi sebesar 27,57 Mpa, variasi agregat 5–10 mm menghasilkan kuat tekan silinder sebesar 25,65 MPa pada umur 28 hari. Beton dengan agregat 10–20 mm menunjukkan kuat tekan terendah yaitu sebesar 23,73 Mpa. Hal ini memperlihatkan bahwa ukuran agregat kasar yang lebih kecil cenderung memberikan ikatan yang lebih baik antara pasta semen dan agregat sehingga meningkatkan kuat tekan beton.

Kata kunci : agregat kasar, ukuran maksimum, kuat tekan beton, mix design, beton normal.

1. PENDAHULUAN

Konstruksi memiliki peran penting dalam pembangunan, di mana kualitasnya ditentukan oleh pelaksanaan yang terencana dan bermutu. Seiring berkembangnya teknologi, beton semakin banyak digunakan sebagai elemen struktur seperti kolom, balok, dan pelat, sehingga proses pembuatannya harus diperhatikan mulai dari perencanaan campuran hingga perawatan.[1]

Kualitas material beton memiliki peran penting dalam menentukan kekuatan serta daya tahan beton dalam proyek konstruksi. Salah satu aspek yang mempengaruhi kualitas beton adalah komposisi campurannya. Campuran beton struktural merujuk pada perpaduan berbagai bahan yang digunakan untuk menghasilkan beton yang kokoh dan tahan lama. Campuran ini terdiri dari semen, agregat halus dan kasar, serta air.[2]. Selain itu, gradasi agregat juga menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan

dalam proses pencampuran beton, karena memengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan atau workabilitas adukan beton tersebut.[3]

Agregat kasar berfungsi membantu meningkatkan kekuatan beton dengan mengisi rongga-rongga dalam campuran. Variasi ukuran agregat kasar mempengaruhi distribusi partikel dalam campuran beton dan berdampak pada kuat tekan beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis sejauh mana variasi ukuran agregat kasar mempengaruhi kuat tekan beton. Variasi agregat kasar yang digunakan yaitu ukuran 5-10 mm dan 10-20 mm dengan perbandingan 100% : 0% , 50% : 50%, 0% : 100% dan memperhatikan hasil nilai kuat tekan pada umur beton 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu melakukan pembuatan benda uji beton di laboratorium dan mengujinya untuk mengetahui karakteristik kuat tekan beton.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya. Bahan yang digunakan terdiri dari semen PCC[4], pasir Lumajang sebagai agregat halus, batu pecah sebagai agregat kasar, dan air bersih. Perencanaan campuran beton dilakukan berdasarkan metode SNI 03-2834-2000[5] dengan mutu rencana 20 Mpa. Pengujian material meliputi pengujian kadar lumpur, kadar air, gradasi, berat jenis, daya serap, keausan Los Angeles, serta berat volume agregat. Variasi campuran agregat kasar dibagi menjadi tiga variasi:

1. Agregat 5–10 mm
2. Agregat 5–20 mm
3. Agregat 10–20 mm

Setiap variasi dibuat sebanyak 15 benda uji yang diuji pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin *Compression Testing Machine* dengan pembebanan bertahap.[6]

3. HASIL PENELITIAN

3.1. HASIL PENGUJIAN MATERIAL

Pengujian material dalam penelitian ini mencakup pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus, serta semen. Untuk mengetahui karakteristik dan kualitas bahan yang digunakan.

AGREGAT KASAR

Untuk memperoleh beton dengan tingkat kekompakan yang optimal, diperlukan gradasi agregat yang sesuai. Ukuran maksimum agregat kasar diklasifikasikan ke dalam 3 kelompok, yang dapat ditentukan melalui pengujian gradasi sebagaimana disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (Ayakan)	Persentase Lolos Saringan /Ayakan (%)		
	Maks. 10 mm	Maks. 20 mm	Maks. 40 mm
76	-	-	100
38	-	100	95 – 100
19	100	95 – 100	35 – 70
9,6	50 – 85	30 – 60	10 – 40
4,8	0 – 10	0 – 10	0 – 5

Sumber: SNI 03-2834-2000

AGREGAT HALUS

Agregat halus diklasifikasikan ke dalam 4 zona, yang dapat ditentukan melalui pengujian gradasi seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (Ayakan)	Persentase Lolos Saringan/Ayakan (%)			
	Zona 1 Pasir Kasar	Zona 2 Pasir Sedang	Zona 3 Pasir Agak Halus	Zona 4 Pasir Halus
9,6	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber: SNI 03-2834-2000

SEMEN

Dalam pembuatan semen Portland, terdapat beberapa senyawa kimia utama yang berperan dalam menentukan sifat mekanik dan ketahanannya. Senyawa senyawa ini terbentuk selama proses pembakaran bahan baku dan memiliki fungsi spesifik dalam reaksi hidrasi semen. komposisi dan kandungan senyawa kimia dalam semen Portland ditunjukkan pada Tabel 3.

Pengujian dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik pada Prodi Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya, diantaranya adalah pengujian sifat material yang akan dipakai sebagai material campuran beton, yang meliputi pengujian Kadar lumpur, Kadar Air, Modulus Kehalusan, Berat Jenis, Penyerapan, Keausan, Berat Volume, dan Konsistensi Semen.

Tabel 3. Komposisi Senyawa Semen Portland

Senyawa Utama	Rumus Kimia	Fungsi dalam Semen	Kisaran Komposisi (%)
Trikalsium Silikat	$C_3S (3CaO \cdot SiO_2)$	Kekuatan awal pada beton	45 - 60%
Dikalsium Silikat	$C_2S (2CaO \cdot SiO_2)$	Kekuatan jangka panjang pada beton	15 - 30%
Trikalsium Aluminat	$C_3A (3CaO \cdot Al_2O_3)$	Menyebabkan panas hidrasi tinggi	6 - 12%
Tetrakalsium Aluminoferrit	$C_4AF (4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3)$	Memberikan warna pada semen, dan ketahanan kimia	6 - 8%

Sumber: SNI 15-2049-2004

Hasil pengujian material yang akan dipakai sebagai bahan beton uji adalah sebagai mana pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Rekapitulasi Pengujian Material

Pengujian	Pasir	Kerikil	Semen
Kadar lumpur	1,41%	0,5%	-
Kadar Air	4,39%	4,28%	-
Modulus Kehalusan	2,50%	6,43% & 6,66%	-
Berat Jenis	2,62	2,81	-
Penyerapan	2,67%	2,15%	-
Keausan	-	2,28% & 2,27%	-
Berat Volume	1,43%	21,27% & 23%	1,27%
Konsistensi Semen	-	-	26,67%

Dari rekapitulasi pengujian material sebagaimana pada tabel 4 menunjukkan bahwa, untuk kadar lumpur pasir dengan nilai 1,41% lebih kecil dari standar persyaratan umum bahan bangunan yakni < 5%, dan nilai kadar lumpur kerikil 0,5% lebih kecil dari standar persyaratan sebesar 1% sehingga untuk kadar lumpur memenuhi standar persyaratan.

Pengujian kadar air material pasir yang diijinkan nilainya kurang dari 6,5% sedang hasil uji nilainya 4,39% berarti memenuhi syarat, sedangkan kadar air material kerikil menurut SK-SNI adalah kurang dari 1,06% sedangkan hasil uji menunjukkan nilai 4,28%.

Modulus kehalusan material menunjukkan Tingkat kehalusan atau kekasaran butiran agregat, semakin tinggi modulusnya maka semakin kasar ukuran partikel agegat tersebut. Berdasarkan standar ASTM C-33, nilai modulus kehalusan yang ideal untuk pasir berkisar antara 2,30 hingga 3,10, sedangkan hasil uji modulus kehalusan pasir nilainya 2,5 berarti masuk katagori ideal. Sedangkan untuk kerikil hasil modulus kehalusan nilainya 6,43 sampai dengan 6,66 nilai tersebut masuk pada kisaran 5,5 hingga 7,5 dan masuk katagori baik.

Berat jenis materil kerikil sekitar 2,4 hingga 2,9, dan hasil uji nilai berat jenis kerikil sebesar 2,81. Sedangkan untuk pasir menurut standar SNI berkisar 2,5 hingga 2,7 dan hasil uji nilai berat jenis pasir 2,62. Untuk daya serap material yang merupakan kemampuan pasir dan kerikil dalam menyerap air ke dalam pori-porinya yang berkualitas baik umumnya antara 2% hingga 5% sedangkan hasil uji untuk pasir 2,67% dan kerikil 2,15%.

Pada uji keausan kerikil hasil uji menunjukkan nilai keausan kerikil adalah 2,28% & 2,27%. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan fisik kerikil terhadap benturan dan gesekan, dimana nilai keausan maksimal yang diizinkan untuk beton adalah maksimum 40%, sehingga nilai hasil uji keausan 2,28% adalah memenuhi syarat.

Pengujian berat volume material pasir dan kerikil berdasarkan standar untuk campuran beton umumnya berkisar antara 1,4 hingga 1,9 dan berat volume semen 3,06 – 3,15. Sedangkan hasil pengujian berat volume untuk material pasir berkisar antara 1,4 hingga 1,6. Sedangkan hasil uji berat volume kerikil 21,27 & 23 dan hasil uji material pasir sebesar 1,43, dan berat volume semen 1,27.

Konsistensi semen bertujuan untuk menentukan jumlah air yang tepat guna menghasilkan pasta semen dengan tingkat keplastisan standar sekitar 24% - 30%, sedangkan hasil uji konsistensi semen menghasilkan nilai penambahan air sekitar 26,67%.

3.2. PROSES PELAKSANAAN CAMPURAN

Jumlah benda uji setiap variasi adalah 15 benda uji, berikut adalah kebutuhan material untuk setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Campuran (kg)

Variasi	Semen	Air	Pasir	Kerikil
5-10 mm	33,72	15,92	71,02	68,51
5-20 mm	29,63	13,41	62,96	87,30
10-20 mm	29,63	13,41	62,96	87,30

Setelah kebutuhan material disiapkan, tahap selanjutnya yaitu pembuatan benda uji yang berpedoman pada SNI 2493 – 2011[7]. Proses pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan secara bertahap per variasi.

3.3. TEST SLUMP

Untuk memperoleh beton dengan tingkat kekompakan yang optimal, diperlukan gradasi agregat yang sesuai. Ukuran maksimum agregat kasar diklasifikasikan ke dalam 3 kelompok, yang dapat ditentukan melalui pengujian gradasi sebagaimana disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (Ayakan)	Persentase Lolos Saringan /Ayakan (%)		
	Maks. 10 mm	Maks. 20 mm	Maks. 40 mm
76	-	-	100
38	-	100	95 – 100
19	100	95 – 100	35 – 70
9,6	50 – 85	30 – 60	10 – 40
4,8	0 – 10	0 – 10	0 – 5

Sumber: SNI 03-2834-2000

Pengujian ini mengacu pada SNI 1972 – 2008[8], yaitu Cara Uji Slump Beton. Pengujian slump dilakukan pada setiap variasi campuran beton, yaitu agregat kasar ukuran 5–10 mm, 10–20 mm, serta variasi kombinasi 5–10 mm + 10–20 mm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa seluruh variasi campuran memiliki tingkat workability yang sesuai dan memenuhi ketentuan saat proses pembuatan benda uji beton.

Tabel 7. Test Slump

Variasi	Slump
5-10 mm	126
5-20 mm	102
10-20 mm	100

3.4. KUAT TEKAN

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm, diameter 150 mm. Kuat tekan beton ($f'c$) menurut ACI 318[9] Adalah tegangan tekan maksimum yang dapat ditahan oleh beton sebelum

mengalami keruntuhan, yang diperoleh dari pengujian silinder beton standar berumur 28 hari dalam kondisi laboratorium.

Beton yang telah dicetak diuji kuat tekannya pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari menggunakan uji tekan silinder[6] dan hammer test. Pengujian Hammer Test berpedoman pada SNI 03 – 4430 – 1997, sedangkan uji tekan dengan benda uji silinder berpedoman pada SNI 1974-2011 [10] tentang Tata Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.

Tabel 8. Kuat Tekan Variasi Ukuran 5-10 mm

Umur Beton	Hammer Test	Uji Tekan
3 hari	10,46 Mpa	14,04 Mpa
7 hari	15,49 Mpa	16,85 Mpa
14 hari	19,81 Mpa	21,67 Mpa
21 hari	20,01 Mpa	21,85 Mpa
28 hari	22,03 Mpa	25,65 Mpa

Tabel 9. Kuat Tekan Variasi Ukuran 5-20 mm

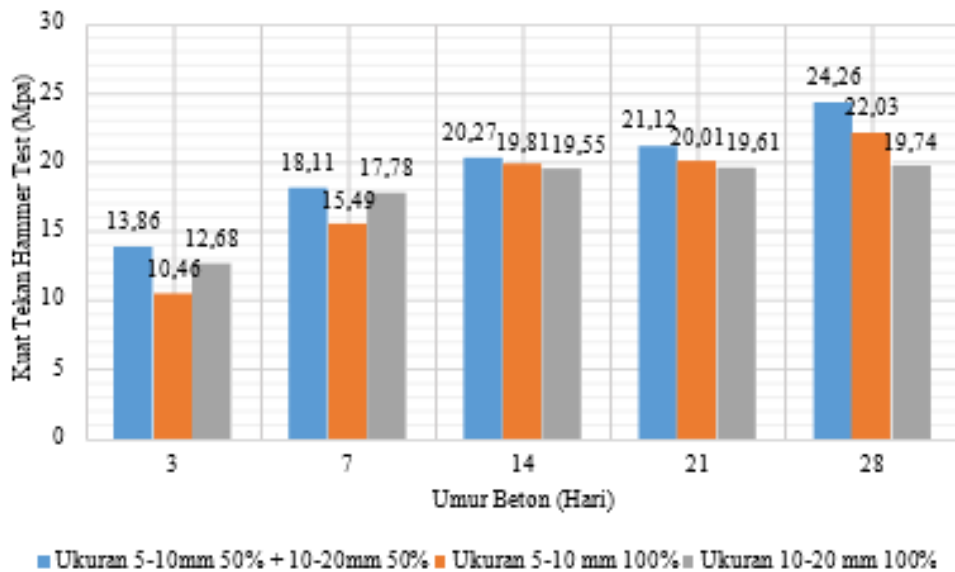
Umur Beton	Hammer Test	Uji Tekan
3 hari	13,86 Mpa	14,38 Mpa
7 hari	18,11 Mpa	19,51 Mpa
14 hari	20,27 Mpa	24,65 Mpa
21 hari	21,12 Mpa	24,87 Mpa
28 hari	24,26 Mpa	27,57 Mpa

Tabel 10. Kuat Tekan Variasi Ukuran 10-20 mm

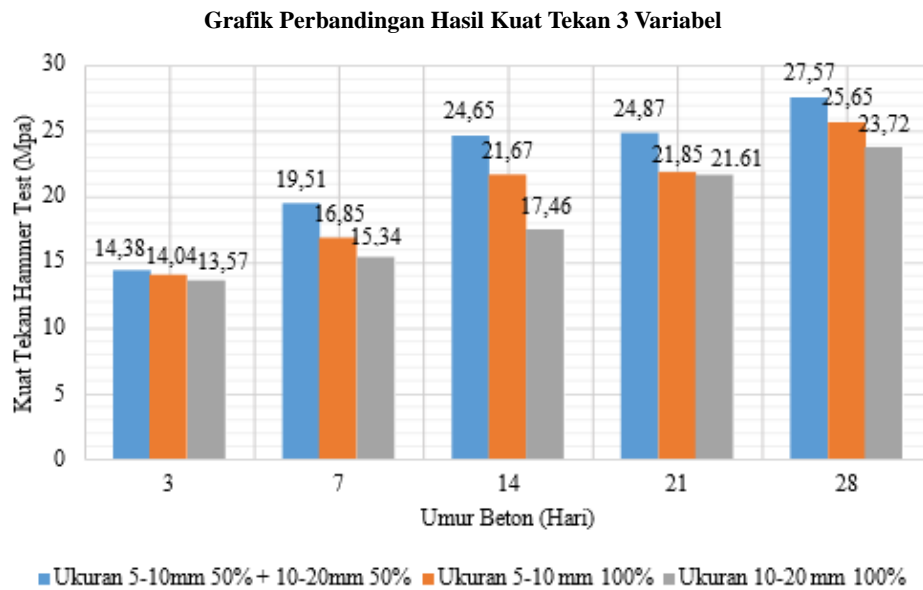
Umur Beton	Hammer Test	Uji Tekan
3 hari	12,68 Mpa	13,57 Mpa
7 hari	17,78 Mpa	15,34 Mpa
14 hari	19,55 Mpa	17,46 Mpa
21 hari	19,61 Mpa	21,61 Mpa
28 hari	19,74 Mpa	23,72 Mpa

Berikut di bawah ini grafik perbandingan hasil test kuat tekan beton dengan menggunakan test kuat tekan Hammer sebagaimana pada gambar 1 dan gambar 2 di bawah ini.

Grafik Perbandingan Hasil Kuat Tekan Hammar Test 3 Variabel



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Dengan Uji Hammer Test



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Dengan Uji Tekan Silinder

Hasil kuat tekan dengan hammer test untuk tiga variasi ukuran agregat kasar, menunjukkan beton dengan ukuran agregat 5-20 mm menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada setiap umur pengujian, dengan nilai akhir sebesar 24,26 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, beton dengan ukuran agregat 5-10 mm memiliki nilai kuat tekan 22,03 MPa pada umur 28 hari. Adapun beton dengan ukuran agregat 10-20 mm menunjukkan nilai kuat tekan terendah, yakni 19,74 MPa pada umur 28 hari.

Hasil kuat tekan untuk tiga variasi ukuran agregat kasar, terlihat bahwa seluruh variasi mengalami peningkatan kuat tekan seiring bertambahnya umur beton. Variasi ukuran 5-20 mm, menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada seluruh umur pengujian, dengan nilai pada umur 28 hari mencapai 27,57 MPa. Diikuti oleh variasi 5-10 mm dengan kuat tekan umur 28 hari sebesar 25,65 MPa, sedangkan variasi 10-20 mm menghasilkan kuat tekan terendah yaitu 23,72 MPa pada umur 28 hari. Seluruh variasi telah melampaui target kuat tekan rencana sebesar 20 MPa sebelum atau pada umur 28 hari.

4. SIMPULAN

- a. Dengan kuat tekan rencana sebesar 20 Mpa, hasil pengujian pada umur 28 hari variasi agregat ukuran 5-20 mm menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 27,57 MPa, diikuti oleh agregat berukuran 5-10 mm sebesar 25,65 MPa, dan yang terendah adalah agregat 10-20 mm sebesar 23,72 MPa.
- b. Variasi agregat ukuran 5-20 mm mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 37,85%, variasi 5-10 mm mengalami peningkatan sebesar 28,25%, sedangkan variasi ukuran 10-20 mm mengalami peningkatan sebesar 18,6% dari kuat tekan yang direncanakan.
- c. Beton dengan agregat ukuran 10-20 mm memiliki kuat tekan paling rendah karena susunan butirnya kurang rapat sehingga terbentuk rongga yang lebih besar dan ikatan antara agregat dan pasta semen kurang baik, yang memudahkan terjadinya retakan. Beton dengan agregat 5-10 mm memiliki kuat tekan yang lebih baik karena ukuran butir yang lebih kecil membuat ikatan antara pasta semen dan agregat lebih kuat, meskipun membutuhkan lebih banyak pasta. Sementara itu, kombinasi ukuran 5-20 mm menghasilkan kuat tekan tertinggi karena butiran kecil mampu mengisi

rongga di antara butiran besar, sehingga beton menjadi lebih padat, rongga berkurang, dan retakan lebih sulit berkembang.

5. SARAN

- a. Variasi persentase perbandingan agregat kasar yang lebih beragam sehingga dapat diketahui komposisi campuran agregat yang paling optimal dalam meningkatkan kuat tekan beton.
- b. Perlu dilakukan pengujian lanjutan seperti kuat tarik belah, modulus elastisitas, dan durabilitas untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kinerja beton menggunakan variasi ukuran agregat.

REFERENSI

- [1] I. Sulianti, Amiruddin, R. Shaputra, and Daryoko, "Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal," 2018.
- [2] W. Kuswaya and R. E. Saputra, "Pengaruh Agregat Seragam Pada Berbagai Ukuran Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton," 2024.
- [3] A. Dasar, A. G. Tanriwali, D. Patah, and A. Manaf, "Pengaruh Variasi Komposisi Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, 2023.
- [4] BSN, *SNI 15-2049-2004: Semen portland*. 2004.
- [5] BSN, *SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. 2000.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, "Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder,"
- [7] SNI 2493:2011, "SNI 2493:2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium,"
- [8] BSN, *SNI 1972-2022: Metode Pengujian Slump Beton*. 2022.
- [9] ACI, *ACI 318-19 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. 2019.
- [10] BSN, *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. 2011.