

PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH PADA BETON MUTU TINGGI TERHADAP NILAI KUAT TEKAN

Muhammad Andi Rizki Ferdiansyah¹ dan Nurul Rochmah²

¹*Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No 45, Menur Pumpungan, Kec Sukolilo, Kota Surabaya*

²*Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No 45, Menur Pumpungan, Kec Sukolilo, Kota Surabaya*
Email: andirizki880@gmail.com

ABSTRACT

High strength concrete is concrete that has a strength above 41.4 MPa. The use for high-strength concrete is often used today. To utilize unused waste, fly ash is one of the materials that has specifications for use in high-strength concrete. Therefore, this test aims to see the effect of adding fly ash to the strength of the concrete. This research focuses on testing the compressive strength of high-strength concrete. The sample used is 15 x 30 cm. The highest strength value is 52.01 MPa in concrete with the proportion of addition of 10% fly ash. Based on the test, it is known that the addition of fly ash up to 10% can strengthen the concrete. However, the addition of fly ash with a proportion above 10% does not add any additional effect. This is because fly ash acts as a useful filler to fill voids in the concrete. However, if there is an excess proportion of fly ash, the concrete will be more difficult to solidify and have an impact on decreasing the strength of the concrete.

Keywords: Compressive Strength, Fly Ash, High Strength Concrete

ABSTRAK

Beton mutu tinggi ialah beton yang memiliki kekuatan di atas 41,4 MPa. Penggunaan untuk beton mutu tinggi ini sering digunakan di masa saat ini. Untuk memanfaatkan limbah yang tidak digunakan, fly ash merupakan salah satu material yang memiliki spesifikasi untuk penggunaan pada beton mutu tinggi. Oleh karena itu pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan fly ash terhadap kekuatan beton. Riset ini berfokus pada pengujian kuat tekan beton mutu tinggi. sampel yang digunakan berukuran 15 x 30 cm. Nilai kekuatan tertinggi adalah 52,01 MPa pada beton dengan persentase penambahan fly ash sebesar 10%. Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa penambahan fly ash hingga 10% dapat memperkuat beton. Akan tetapi, penambahan fly ash dengan persentase di atas 10% tidak menambahkan efek penguatan apapun. Hal ini dikarenakan fly ash berperan sebagai pengisi yang berguna untuk mengisi rongga pada beton. Namun jika kelebihan proporsi fly ash, maka beton akan semakin sulit untuk padat dan berakibat pada penurunan kekuatan beton.

Kata kunci: Beton Mutu Tinggi, Fly Ash, Kuat Tekan

1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi saat ini, pastinya pembangunan yang dilakukan juga semakin bertambah, sehingga beton dengan spesifikasi yang lebih kuat dari beton biasa banyak dibutuhkan. Beton mutu tinggi sangat berguna pada pembangunan konstruksi, terutama dalam beton pracetak maupun prategang, contohnya dalam pembangunan gedung bertingkat, jembatan yang mempunyai bentang yang luas, serta konstruksi bangunan lainnya (Nugraha, 2007). Penggunaan beton mutu tinggi ini juga memerlukan perlakuan khusus pada prosesnya serta menggunakan bahan tambah agar hasil yang diinginkan bisa tercapai.

Untuk bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah fly ash.

Fly Ash merupakan sisa pembakaran batubara yang dihasilkan dari tungku pembangkit listrik tenaga uap. produksi fly ash yang dihasilkan dari pembangkit listrik di Indonesia semakin meningkat. Menurut (Yusra, Aulia, & Jufriadi, 2018), fly ash dapat berpengaruh pada campuran beton dikarenakan terdapat sifat pozolan di dalamnya. Oleh karena itu, pemanfaatan kembali limbah fly ash, bisa meminimalisir timbulnya dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan fly ash berperan sebagai filler yang dimana unruk mengisi rongga pada beton

agar beton lebih padat (Apriwelni & Bintang Wirawan, 2020).

Oleh karena itu, riset ini dimakduskan guna menganalisa nilai kekuatan beton dengan bahan tambah berupa fly ash. Untuk persentase penambahan fly ash pada riset ini adalah persentase 0%, 5%, 10%, 12%, 15%, dan 20%. Pada penelitian ini juga digunakan superplasticizier consol SS-74. Untuk uji kekuatan pada beton itu sendiri dilakukan pada saat beton hari ke 7 dan 28.

2. KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka mencakup teori dari komponen pengujian berupa Beton, fly ash, dan kuat dari beton.

Beton Mutu Tinggi

Menurut (SNI 03-6468-2000), suatu beton yang kekuataannya mencapai diatas 41 MPa disebut beton bermutu tinggi. Untuk penggunaan beton mutu tinggi, diperlukan suatu pemasok agar dapat mengoptimalisasi 3 komponen yang berpengaruh pada beton, yaitu lekatan, agregat, dan pasta. selain dari 3 komponen itu, produksi beton juga memerlukan perhatian terutama pada pemilihan material, mix design, penanganan dan penuangan saat akan melakukan proses mixing.

Semen

Semen merupakan zat yang berfungsi untuk merekat batu, bata, batako, maupun campuran beton lainnya. Semen juga diartikan sebagai bahan perekat yang dapat mengikat material material menjadi satu. Semen yang paling sering digunakan sebagai bahan konstruksi adalah semen portland. Berdasarkan kategorinya, ada 5 tipe semen yaitu:

Semen Portland I
Semen Portland II
Semen Potland III
Semen Potland IV
Semen Portland V

Agregat Halus

Agregat Halus adalah agregat yang dimana butirannya menembus ayakan 4,75mm. Menurut (ASTM C33), agregat halus adalah pasir yang butirannya tidak lebih dari 5mm dan tertahan pada ayakan 0,075 atau No 200. Agregat halus biasanya berupa pasir laut, pasir sungai, pasir gunung, maupun pasir buatan yang dihasilkan dari mesin. Agregat halus dapat dikategorikan baik sebagai bahan dasar pembuatan beton jika kandungan lumpurnya tidak melebihi 5%. Pengujian material pada agregat halus berupa saringan, kelembaban, berat jenis, resapan, kadar lumpur basah, dan kadar lumpur kering.

Agregat Kasar

Batuan yang dihasilkan dari alami maupun buatan serta tertahan pada ayakan 4,75 mm biasanya disebut sebagai agregat kasar. Agregat kasar yang baik untuk campuran beton apabila tidak mengandung lumpur lebih dari 1%. Pengujian material pada agregat kasar meliputi saringan, kelembaban, berat jenis, resapan, kadar lumpur kering, dan abrasi.

Air

Air merupakan bahan dasar dari campuran beton yang paling murah. Air yang bisa diminum juga dapat digunakan untuk campuran beton. Tidak hanya digunakan sebagai campuran beton saja, namun air juga diperlukan untuk perawatan beton / Curing. Jika terdapat senyawa senyawa berbahaya pada air, maka akan dapat mengurangi kekuatan pada beton. Air yang baik adalah air yang kandungan lumpurnya kecil dan tidak mengandung zat zat yang mampu merusak beton seperti asam maupun zat organik

Additive

Bahan tambah atau additive merupakan bahan yang bukan berasal dari air, agregat halus, agregat kasar, dan juga semen. Bahan additive ini berfungsi untuk mengubah sifat beton agar cocok untuk pekerjaan tertentu. Penggunaan bahan tambah biasanya yang diberikan cukup sedikit dan jika terlalu banyak maka akan mempengaruhi workability pada beton. Bahan tambah yang digunakan pada campuran dibagi menjadi 2 yaitu

1. Bahan tambah mineral = berupa fly ash, slag, dan silica fume
2. Bahan tambah kimia terbagi menjadi 8 jenis yaitu:
 - a. Tipe A (Water Reducing)
 - b. Tipe B (Retarding)
 - c. Tipe C (Accelerating)
 - d. Tipe D (Water Reducing and Retarding)
 - e. Tipe E (Water Reducing and Accelerating)
 - f. Tipe F (Water Reducing, High Range)
 - g. Tipe G Water Reducing, High Range Retarding

Faktor Air Semen (FAS)

Faktor Air Semen merupakan perbandingan antara air dan juga semen portland pada campuran adukan beton. Umumnya, nilai FAS yang digunakan dalam praktek pembuatan beton minimal antara 0,4 – 0,65 untuk beton normal. Nilai FAS untuk campuran pada beton dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$FAS = \frac{W_{air}}{W_{semen}}$$

Dimana :

FAS = Faktor Air Semen
W_{air} = Berat Air
W_{semen} = Berat Semen

Semakin tinggi nilai faktor air semen, maka dapat menyebabkan penurunan kekuatan pada beton. Tablot dan Richard mengatakan bahwa pada faktor air semen 0,2 hingga 0,5, kekuatan beton dapat mengalami kenaikan. Namun jika fas terlalu rendah, maka adukan beton pun juga sulit didapatkan. Kepadatan pada adukan beton juga mempengaruhi kekuatan pada beton terutama untuk nilai kuat tekan beton.

Fly Ash

Fly Ash adalah material yang dihasilkan dari batu bara yang dibakar pada pembangkit listrik. Berdasarkan (ACI Committee 226, 1988), fly ash memiliki butiran yang halus dan butiran tersebut lolos pada saringan 325 mulai dari 5 hingga 27% dan berat jenis pada fly ash bernilai 2,15 sampai 2,7. Kandungan yang terdapat pada fly ash berupa kalsium silika (CSH), yang mempunyai peran untuk menaikkan kekuatan pada beton (Trimurtiningrum, 2017).

Tabel 1. Kelas Fly Ash

Deskripsi	Kelas		
	N	F	C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ , min, %	70	70	50
SO ₃ , max, %	4	5	5
Moisture content, max, %	3	3	3
Incandescent, max, %	10	6A	6

Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan suatu besarnya beban dari beton per luas yang menyebabkan beton yang diuji hancur jika diberi beban dengan gaya tekan). Sampel yang digunakan untuk melakukan uji kuat tekan adalah silinder dengan ukuran 300 mm dan 150 mm (SNI 03-1974-1990). Rumus untuk menentukan nilai kuat tekan beton adalah :

$$F'c = \frac{P}{A}$$

F'c = Kekuatan Beton (MPa)

P = Beban (N)

A = Luas Silinder (cm²)

3. METODE PENELITIAN

Riset akan dilaksanakan di Laboratorium Raja Beton di Surabaya Barat. Material yang digunakan yaitu semen, pasir, kerikil, obat beton, dan bahan tambah fly ash. Bahan uji pada riset ini adalah sebagai berikut:

1. Semen dengan merk Singa Merah
2. Pasir Alami dari Lumajang
3. Batu Pecah yang berukuran 40 mm.
4. Superplasticizier dengan merk consol ss74N

5. Fly Ash dengan kelas N diambil dari probolinggo

Sedangkan alar yang dibutuhkan pada saat pengujian adalah :

1. Timbangan sebagai alat menimbang benda uji
2. Gelas ukur untuk mengukur takaran material, khususnya berupa air dan juga superplasticizier.
3. Oven sebagai pengeringan benda uji
4. Alat pengaduk beton sebagai pengaduk campuran beton.
5. Silinder benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Mesin uji kuat tekan hancur yang akan digunakan untuk menguji nilai kekuatan pada beton.



Gambar 1. Diagram Alir

Penelitian dilakukan dengan menggunakan 6 persentase proporsi Fly Ash yaitu 0%, 5%, 10%, 12%, 15%, dan 20% dengan jumlah 36 sampel uji berukuran 15 x 30 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton mencapai usia 7 hari dan 28 hari. Sebelum uji kuat tekan, dilakukan pengujian material untuk pasir dan kerikil, mix desain, pengecoran, curing (SNI 03-2834-2000).

Tabel 2. Sampel Uji Kuat Pada Beton

Nama Benda Uji	Fly Ash (%)	Superplasticizer Consol SS74 (%)	Kuat Tekan Beton	
			Hari 7	Hari 28
BFA 1	0	0.4	3	3
BFA 2	5	0.4	3	3
BFA 3	10	0.4	3	3
BFA 4	12	0.4	3	3
BFA 5	15	0.4	3	3
BFA 6	20	0.4	3	3
TOTAL			18	18
			36 Sampel	

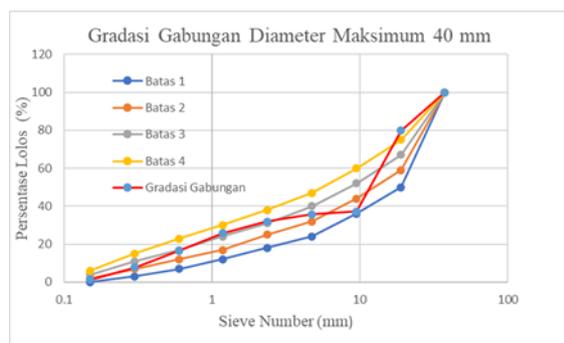
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji kuat tekan beton dilakukan hingga kondisi beton yang diuji mencapai kekuatan maksimalnya.

Tabel 3. Hasil Uji Agregat

Uji Material	Pasir	Kerikil
Analisa Saringan	2,8	7,31
Kelembaban	2,69 %	0,89%
Berat Jenis	2,69	2,88
Resapan	1,54%	2,04%
Kadar Lumpur Basah	4,9%	-
Kadar Lumpur Kering	1,96%	0,3%
Abrasi	-	26,66%

Langkah selanjutnya adalah menentukan gradasi campuran antara pasir dan kerikil. Material dari pasir dan kerikil pada bagian ini disajikan dalam persentase yang didapatkan berupa persentase. Dari grafik bisa dilihat bahwa kebutuhan untuk pasir dan kerikil yang diperoleh 37% dan 63%.



Gambar 2. Gradasi Gabungan Agregat

Jika setelah melakukan kebutuhan proporsi material untuk agregat, dilakukanlah Perhitungan Mix Desain. Mix desain merupakan tahap yang dilakukan guna

untuk mengetahui material yang dibutuhkan untuk per 3 benda uji, namun harus dilakukan koreksi agar tidak kekurangan pada saat proses mixing beton.

Tabel 4. Hitungan Sebelum dan Sesudah Koreksi

Material	Sebelum Koreksi (kg/m ³)	Sesudah Koreksi (kg/m ³)
Semen	578.1	578.1
Air	185	184.64
Pasir	1062	1054.97
Kerikil	624	632.25
Superplasticizer	5,781	5,781
Fly Ash 0%	0	0
Fly Ash 5%	28,906	28,906
Fly Ash 10%	57,813	57,813
Fly Ash 12%	69,375	69,375
Fly Ash 15%	86,719	86,719
Fly Ash 20%	115,625	115,625

Tabel 5. Rancangan Proporsi Material Per 3 Sampel

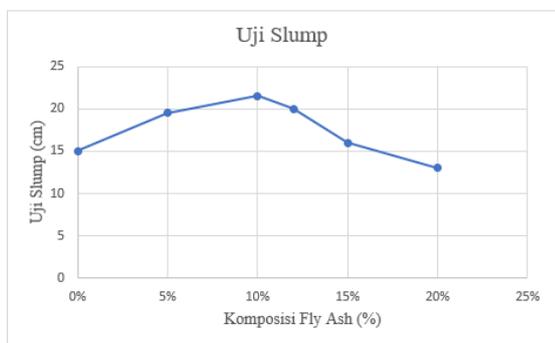
Variasi	Semen	Fly Ash	Kerikil	Pasir	SP	Air
0%	11.49	0	25.16	12.56	0,05	3.67
5%	11.49	0.57	25.16	12.56	0,05	3.67
10%	11.49	1.15	25.16	12.56	0,05	3.67
12%	11.49	1.38	25.16	12.56	0,05	3.67
15%	11.49	1.72	25.16	12.56	0,05	3.67
20%	11.49	2.3	25.16	12.56	0,05	3.67

Setelah dilakukan rancangan mix desain, langkah selanjutnya adalah proses pengecoran beton. Satu kali pengecoran dapat menghasilkan 6 sampel yang dapat biasa langsung diuji pada hari ke 7 dan 28. Setelah proses pengecoran, akan dilakukan uji slump, kemudian ditimbang untuk keadaan berat basah. setelah itu, dilakukan proses curing. Saat curing telah selesai dilakukan, akan ditimbang berat basahnya sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton. sebagai tambahan, dilakukan juga uji resapan air beton menggunakan silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.



Gambar 3. Proses Untuk Slump Test

Disini bisa dilihat untuk tes slump perlu dilakukan guna untuk mengetahui karakteristik beton yang sudah diaduk dengan menggunakan mixer. Slump test berfungsi untuk mengetahui workability dari suatu beton. dengan adanya slump ini, dapat diketahui apakah beton tersebut kekurangan air ataupun kelebihan air. Dibawah ini adalah grafik dari uji slump per persentase :

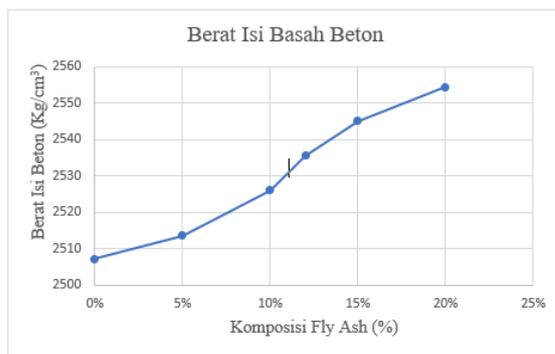


Gambar 4. Grafik Uji Slump

Langkah Selanjutnya adalah penimbangan berat beton basah. hal ini dilakukan untuk mengetahui berat beton sesuai pengecoran dan beton dalam masih kondisi basah yang sudah dimasukkan ke dalam silinder.



Gambar 5. Penimbangan Beton dalam keadaan basah



Gambar 6. Grafik Berat Isi Kering Beton

Setelah melakukan penimbangan untuk berat basah beton, langkah selanjutnya adalah proses curing ke dalam kolam curing beton selama 6 hari dan 27 hari. Proses curing ini dilakukan untuk menjaga agar beton tidak kehilangan air serta untuk menjaga kelembaban beton.



Gambar 7. Proses Curing

Setelah proses curing, beton ditimbang dalam keadaan kering. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan ketika ditimbang sebelum proses curing maupun setelah proses curing. Beton yang sudah dicuring, beratnya harus lebih rendah dari beton sebelum dicuring.



Gambar 8. Penimbangan Beton dalam keadaan kering



Gambar 9. Grafik Berat Isi Kering Beton

Pada penelitian ini juga dilakukan uji resapan selama 28 hari. Uji resapan ini dilakukan dengan menggunakan silinder dengan ukuran 10 x 20 cm.



Gambar 10. Berat Basah Resapan Air

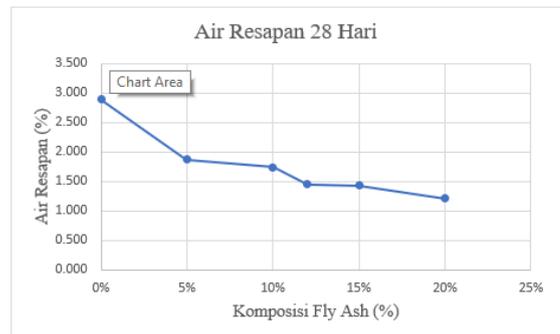


Gambar 11. Beton dioven untuk mendapatkan Berat Kering

Beton resapan yang sudah diambil dari kolam curing, diangkat dan dilap untuk ditimbang berat basahya per persentase. Setelah ditimbang berat basahya, beton yang telah ditimbang, dimasukkan kedalam oven selama 24 jam dan dikeluarkan lalu ditimbang berat kering untuk mengetahui nilai resapan air yang dihasilkan selama pengujian.

Tabel 6 Hasil Uji Resapan Air

Persentase Fly Ash	Nilai Hari ke 28
Fly Ash 0%	2,884%
Fly Ash 5%	1,868%
Fly Ash 10%	1,742%
Fly Ash 12%	1,452%
Fly Ash 15%	1,424%
Fly Ash 20%	1,206%



Gambar 12. Grafik Air Resapan 28 Hari

Langkah terakhir adalah pengujian kuat tekan. Pengujian kuat tekan ini dilakukan pada hari ke 7 dan 28. Pengujian ini menggunakan alat mesin kuat hancur.



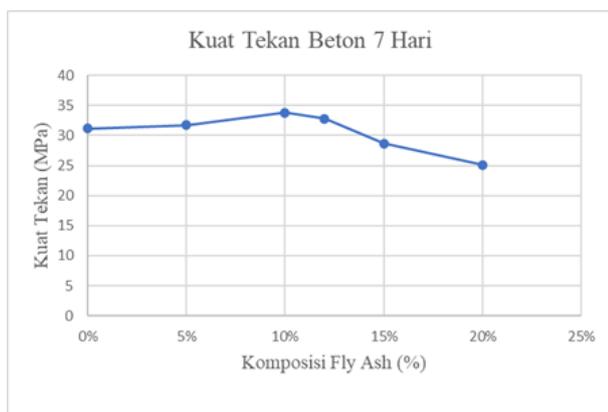
Gambar 13. Sampel Beton Setelah Diuji

Jumlah keseluruhan benda uji atau sampel yang dibutuhkan untuk pengujian kuat tekan ini berjumlah 36 benda uji sesuai dengan rencana mix desain dengan masing masing tiap persentase 6 benda uji. Namun pada tabel di atas untuk nilai kuat tekan yang diinput adalah nilai rata rata dari 3 benda uji untuk

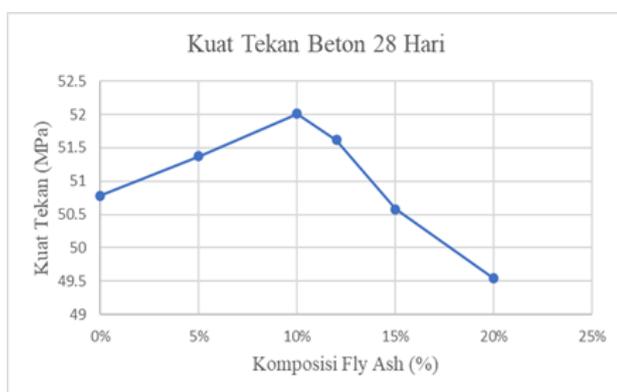
varian 7 hari dan 3 benda uji lagi untuk varian 28 hari per persentase.

Tabel 7. Hasil Uji Kekuatan Beton

Persentase Fly Ash		Nilai Hari ke 7	Nilai Hari ke 28
Fly Ash 0%		31,2 Mpa	50,8 Mpa
Fly Ash 5%		31,7 MPa	51,4 Mpa
Fly Ash 10%		33,8 MPa	52,0 Mpa
Fly Ash 12%		32,8 MPa	51,6 Mpa
Fly Ash 15%		28,7 MPa	50,6 Mpa
Fly Ash 20%		25,1 MPa	49,5 Mpa



Gambar 14. Grafik Uji Hari ke 7



Gambar 15. Grafik Uji Hari ke 28

Dari grafik diatas, bisa dilihat dengan penambahan fly ash sebagai campuran beton dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton. untuk persentase 5% sampai dengan 10%, nilai kuat tekan beton meningkat, karena fly ash disini berperan sebagai pengisi atau filler untuk mengisi rongga pada beton. namun, untuk persentase di atas 10%, nilai kuat tekan cenderung menurun yang dimana jika semakin bertambahnya proporsi fly ash, maka beton juga mudah mengalami

kesusutan yang dimana juga mempengaruhi workability pada beton.

5. KESIMPULAN

Dari hasil riset yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai tertinggi pada hasil uji kuat tekan beton mutu tinggi adalah pada beton dengan penambahan fly ash sebesar 10% di hari ke 28 yang bernilai 52 MPa. Lalu pada persentase penambahan fly ash di atas 10%, nilai kuat dari beton semakin berkurang. Hal ini dikarenakan kadar fly ash yang terlalu banyak sehingga ikatan antar air terlepas yang membuat beton akan semakin sulit untuk proses pematatannya.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, saran yang dapat dilakukan adalah :

1. Menjaga kondisi material dan juga keadaan sekitar.
2. Mmperhatikan waktu pada saat pengujian material dan saat proses pengecoran agar sesuai dengan rencana mix desain.
3. Pada saat proses pengecoran, pastikan mixer dalam keadaan bersih.
4. Pada saat perataan beton perlu diperhatikan agar permukaan beton tidak bergelembung atau miring karena dapat mempengaruhi kekuatan dari suatu beton.
5. Capping pada beton perlu dilakukan saat pengujian kuat tekan agar beton saat diuji bisa mencapai nilai maksimalnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 226. (1988). Use of Fly Ash in Concrete. *Farmington Hills*.
- Apriwelni, S., & Bintang Wirawan, N. (2020). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi. *JURNAL SAINTIS*,20(01).
[https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20\(01\).4846](https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20(01).4846)
- ASTM C33: Standard Specification for Concrete Aggregates. In *ASTM*.
- Nugraha, P. (2007). Antoni. In *Teknologi Beton*.

- SNI 03-1974-1990. Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*.
- SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*.
- SNI 03-6468-2000. Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang. *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*.
- Trimurtiningrum, R., & Subakti, A. (2017). *Compressive Strength and Shrinkage Test of Flowing Concrete Using Fly Ash and Naphtalene-Based Superplasticizer*. 445–454. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56062-5>
- Wibawa, T. A. (2014). *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton*.
- Yusra, A., Aulia, T. B., & Jufriadi, J. (2018). *Pengaruh Bahan Tambah Fly Ash Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi,1(1)*. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v1i1.717>