



Pemanfaatan Limbah Fly Ash Pada Beton Mutu Tinggi Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton

Muhammad Andi Rizki Ferdiansyah^{*1}, Nurul Rochmah¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, 60118, Indonesia.

*Email korespondensi: andirizki880@gmail.com¹

Diterima November 2022; Disetujui Januari 2023; Dipublikasi Januari 2023

Abstract: : Concrete with a compressive strength of more than 41.4 MPa is known as high strength concrete. High strength concrete is often used for precast concrete, especially for the construction of buildings, bridges, and also roads with wide spans. One of the materials used in this research is the addition of fly ash for concrete mixtures. Fly ash also has pozzolanic properties when mixed with other concrete mixtures. This research aims to analyze each proportion of fly ash used and also to determine the effect of using fly ash added materials, especially for compressive strength tests on high-quality concrete. In this study, fly ash was used with proportions of 0%, 5%, 10%, 12%, 15%, 20% using wcr 0.32 and also 0.4% superplasticizer level used. One of the tools used in this test is a cylindrical tube which has a size of 15 x 30 cm. Based on the research that has been done, the highest result for the test is 52.01 MPa for a percentage of 10% in 28 day concrete. It can be concluded that using fly ash material can increase the compressive strength of concrete by up to 10%, but the proportion above 10% decreases the compressive strength of concrete.

Keywords: High Strength Concrete, Fly Ash, Compressive Strength Concrete.

Abstrak: Beton dengan mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekannya lebih dari 41,4 MPa. Beton mutu tinggi sering digunakan untuk beton pracetak khususnya untuk pembangunan gedung, jembatan, dan juga jalan dengan bentang yang luas. Salah satu yang digunakan pada penelitian kali ini adalah bahan tambah fly ash untuk campuran beton. Fly ash juga mempunyai sifat pozzolan apabila dicampur pada campuran beton lainnya. Pada riset kali ini bertujuan untuk menganalisis masing masing proporsi fly ash yang digunakan dan juga untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah fly ash khususnya untuk uji kuat tekan pada beton bermutu tinggi. Pada riset ini, proporsi fly ash yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 12%, 15%, 20% dengan menggunakan fas 0,32 dan juga kadar superplasticizier yang digunakan 0,4%. Salah satu alat yang digunakan pada pengujian ini yaitu tabung silinder yang memiliki ukuran 15 x 30 cm. Berdasarkan riset yang telah dilakukan, hasil tertinggi untuk uji tersebut bernilai 52,01 MPa untuk persentase 10% pada beton 28 hari. Dapat disimpulkan bahwasannya penambahan material fly ash dapat menaikkan kuat .tekan beton hingga 10%, namun proporsi di atas 10% nilai kuat tekan beton menurun.

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

Di era perkembangan dunia konstruksi saat ini, pastinya pembangunan yang dilakukan juga semakin bertambah, yang dimana memerlukan beton dengan spesifikasi yang lebih kuat dari beton normal. 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 menggunakan limbah fly ash.

Bahan tambahan yang sering digunakan untuk memperkuat beton adalah fly ash (Rahmawati et al., 2021), abu sekam padi (Handayani et al., 2022; Meliyana et al., 2019a, 2019b), copper slag (Ahmad et al., 2022), limbah karbit (Rahmawati et al., 2020; Rahmawati & Meliyana, 2019) dan serat alam (Ahmad, Arbili, et al., 2022; Rahmawati et al., 2022).

Fly Ash merupakan 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 penggunaan 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).

Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisa nilai dari uji kuat tekan beton yang dihasilkan dari bahan tambah yang berasal dari limbah fly ash. Untuk persentase yang dipakai pada penelitian ini adalah persentase 0%, 5%, 10%, 12%, 15%, dan 20%. Pada penelitian ini juga menggunakan obat *superplasticizer* consol SS-74 dengan kadar 0,4% dari berat semen. Untuk uji kuat tekan beton sendiri dilakukan pada saat beton mencapai umur 7 hari dan 28 hari.

KAJIAN PUSTAKA

Beton Mutu Tinggi

Beton bermutu tinggi adalah beton yang hasil kuat tekannya melebihi 41,4 MPa (SNI 03-6468-2000). Pada bangunan tinggi, penggunaan beton mutu tinggi bisa mengurangi beban mati karena dimensi betonnya lebih kecil dan pengurangan terhadap biaya struktural. Pada produksi beton mutu tinggi, pemasok sangat diperlukan agar dapat mengoptimalkan 3 aspek yang mempengaruhi beton, yaitu pasta semen, agregat, dan lekatan semen agregat. Tidak hanya itu juga, tetapi aspek produksi juga harus diperhatikan 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 Tipe I

- Semen Portland Tipe II
- Semen Portland Tipe III
- Semen Portland Tipe IV
- Semen Portland Tipe 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 (SNI 1969-2008). 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. menurut (Tjokrodinuljo, 2007), air yang baik adalah air yang kandungan lumpurnya kecil dan tidak mengandung zat zat yang mampu merusak beton seperti asam maupun zat organik.

Fly Ash

Fly Ash adalah material yang dihasilkan dari batu bara yang dibakar pada pembangkit listrik. Definisi dari fly ash adalah partikel halus yang berasal dari abu batu bara yang telah dibakar atau bisa disebut dengan bubuk batu bara. Berdasarkan (ACI Committee 226, 1988), fly ash memiliki butiran yang halus dan butiran tersebut lolos pada saringan no 325 (45 mili mikron) 5 sampai dengan 27% yang memiliki berat jenis kisaran 2,15 hingga 2,7. Disisi lain, fly ash memiliki sifat pozolan yang mirip dengan bahan pozolan lainnya. Tidak hanya memenuhi standar dengan material yang memiliki sifat pozzolan, fly ash juga mempunyai ciri ciri yang baik, yaitu ukuran 0,16 mili mikron untuk jari jari pori pori rata, median dengan ukuran 14,83 mili-mikron, dan spesifik luas permukaannya 78,8 m²/gram. Butiran fly ash sangat halus dan bentuknya merupai bulat dan bisa meningkatkan kinerja yang baik pada beton. Fly ash juga mempunyai kandungan kalsium silika (CSH) yang dimana jika bereaksi dapat meningkatkan kuat tekan beton (Trimurtiningrum & Subakti, 2017).



Gambar 1 Fly Ash

Tabel 1 Tipe 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

Sumber : (SNI 2460:2014)

Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan suatu besarnya beban dari beton per luas yang menyebabkan beton yang diuji hancur jika diberi beban dengan gaya tekan yang dihasilkan pada alat kuat tekan. Pengujian ini dilakukan pada saat beton mencapai umur yang ditentukan terutama pada 7 hingga 28 hari. 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 = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Tekanan (N)

A = Luas Area (cm²)

METODE PENELITIAN

Riset untuk beton mutu tinggi ini dilakukan di Batching Plant Raja Beton Indonesia Tambak Oso Wilangan, Surabaya. Pada penelitian ini, material yang akan digunakan selama pengujian adalah semen portland tipe I, agregat halus (alami), agregat kasar (batu pecah), air, superplasticizier, dan fly ash tipe N. Untuk spesifikasi material yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Semen Portland Tipe 1 dengan merk Semen Singa Merah.
2. Agregat Halus dengan menggunakan Pasir Lumajang diambil dari batching plant raja beton.
3. Agregat Kasar dengan diameter 40mm diambil dari batching plant raja beton.
4. Superplasticizier dengan jenis Consol SS74 dari PT CONSOL, dan
5. Fly Ash tipe N diambil dari PLTU Paiton di Probolinggo, Jawa Timur.

Riset ini akan menggunakan benda uji dengan rencana 6 persentase yaitu proporsi Fly Ash 0%, 5%, 10%, 12%, 15%, dan 20% dengan jumlah 36 rencana benda uji untuk kuat tekan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton mutu tinggi ketika beton mencapai usia 7 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton mutu tinggi berukuran 15 x 30 cm. Langkah-langkah sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton mutu tinggi adalah pengujian material untuk agregat halus dan kasar, mix desain, pengecoran, uji slump beton, curing beton untuk umur 7 hari dan 28 hari, lalu yang terakhir adalah pengujian kuat tekan beton mutu tinggi.

Tabel 2 Perencanaan Sampel

Nama Benda Uji	Fly Ash (%)	Superplasticizer Consol SS74 (%)	Kuat Tekan Beton	
			7 Hari	28 Hari
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 Benda Uji	

Sumber : (Data Peneliti, 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Material Halus Dan Kasar

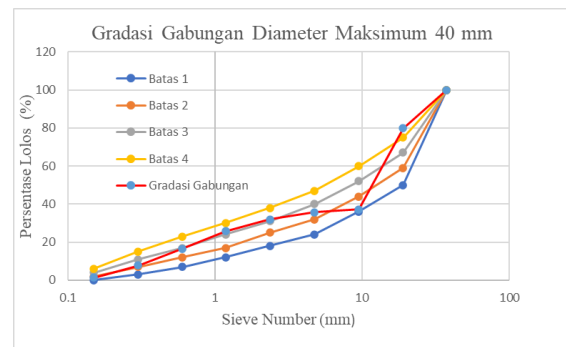
Untuk Pengujian kuat tekan beton, dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan hingga kondisi beton yang diuji mencapai kekuatan maksimalnya. Namun sebelum dilakukan uji kuat tekan hal yang pertama dilakukan adalah uji material agregat halus dan agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

Tabel 3 Hasil Uji Material Pasir dan Kerikil

Uji Material	Pasir	Kerikil
Analisa Saringan	2,8	7,31
Kelembaban	2,88 %	1,07%
Berat Jenis	2,685	2,76
Resapan	1,58%	1,8%
Lumpur (Basah)	4,87%	-
Lumpur (Kering)	3,35%	0,44%
Abrasi	-	26,66%

Sumber : (Data Peneliti, 2022)

Langkah Selanjutnya adalah untuk menentukan gradasi campuran antara pasir dan kerikil. Disini bisa dilihat material agregat halus dan agregat kasar yang dibutuhkan berupa persentase. Dari grafik bisa dilihat bahwasannya agregat halus dan agregat kasar yang diperoleh dengan persentase 37% dan 63%.

**Gambar 2 Grafik Gradasi Gabungan Agregat**

Perhitungan Mix Desain

Perhitungan 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
Agregat Kasar	1062	1054.97
Agregat Halus	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 Material Setiap 3 Benda Uji

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

Tabel 6 Nilai Uji Kuat Tekan Umur 7 Hari dan 28 Hari

Proporsi Fly Ash	Kuat Tekan Beton 7 Hari	Kuat Tekan Beton 28 Hari
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

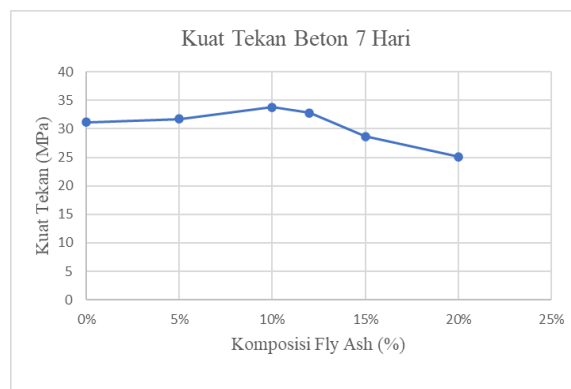
Pengujian Kuat Tekan

Setelah dilakukan rancangan mix desain, langkah selanjutnya adalah proses pengecoran beton. untuk 1 kali pengecoran maksimal bisa menghasilkan 6 benda uji yang dimana bisa langsung untuk 7 hari dan 28 hari. Seusai pengecoran, beton akan dimasukkan dalam kolam curing hingga mencapai umur 6 sampai 27 hari agar bisa dilakukan uji kuat tekan beton 1 hari setelah curing.

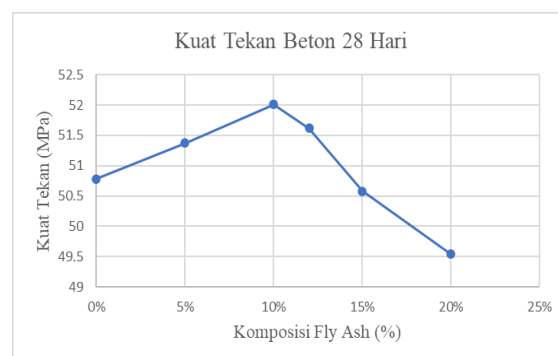


Gambar 3 Beton Yang Hancur Setelah Diuji

Setelah proses curing, beton siap untuk diuji kuat tekannya dengan alat uji yang diberi gaya beban dengan tujuan beton yang sudah diuji mampu mencapai kekuatan maksimalnya.



Gambar 4 Grafik Kuat Tekan Beton Pada 7 Hari



Gambar 5 Grafik Kuat Tekan Beton Pada 28 Hari

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dari riset yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwasannya nilai tertinggi pada hasil uji kuat tekan beton mutu tinggi adalah pada persentase 10% dengan umur 28 hari yang bernilai 52 MPa. Lalu pada persentase di atas 10%, nilai kuat tekan beton semakin menurun. Hal ini dikarenakan kadar fly ash yang terlalu banyak sehingga ikatan antar air terlepas yang membuat beton akan semakin sulit untuk proses pematatannya (Wibawa, 2014).

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, lebih diperhatikan pada proses penyimpanan material agar kelembaban dan resapan dari material tetap terjaga dan juga pada saat sebelum benda uji

dilakukan tes kuat tekan beton, sebaiknya dilakukan proses *capping* pada permukaannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari permukaan beton yang tidak rata dan juga beton yang diuji bisa mencapai titik maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 226. (1988). Use of Fly Ash in Concrete. *Farmington Hills*.
- Ahmad, J., Arbili, M. M., Majdi, A., Althoey, F., Deifalla, A. F., & Rahmawati, C. (2022). Performance of concrete reinforced with jute fibers (natural fibers): A review. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/15589250221121871>
- Ahmad, J., Majdi, A., Deifalla, A. F., Isleem, H. F., & Rahmawati, C. (2022). Concrete Made with Partially Substitutions of Copper Slag (CPS): State of the Art Review. *Materials*, 15(15), 1–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma15155196>
- 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*.
- Handayani, L., Aprilia, S., Rahmawati, C., Aulia, T. B., & Ludviq, P. (2022). Sodium Silicate from Rice Husk Ash and Their Effects as Geopolymer Cement. *Polymers*, 14(14), 2920.
- Meliyana, M., Rahmawati, C., & Handayani, L. (2019a). Sintesis Silika Dari Abu Sekam Padi Dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Bata Ringan. *Elkawanie*, 5(2), 164–175.
- Meliyana, M., Rahmawati, C., & Handayani, L. (2019b). Sintesis Nano Silika dari Abu Sekam Padi Dengan Metode Sol-Gel. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan Ke-3*, 800–807.
- Nugraha, P. (2007). Antoni. In *Teknologi Beton*.
- Rahmawati, C., Aprilia, S., Saidi, T., & Aulia, T. B. (2021). Mineralogical, Microstructural and Compressive Strength Characterization of Fly Ash as Materials in Geopolymer Cement. *Elkawanie*, 7(1), 1–17.
- Rahmawati, C., Aprilia, S., Saidi, T., Aulia, T. B., Amin, A., Ahmad, J., & Isleem, H. F. (2022). Mechanical properties and fracture parameters of geopolymers based on cellulose nanocrystals from Typha sp. fibers. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01498.
- Rahmawati, C., & Meliyana, M. (2019). Potensi Limbah Karbit Sebagai Pengganti Semen Pada Bata Ringan. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan*, 627–635.
- 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)*.

SNI 1969-2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*.

SNI 2460:2014. (2014). Spesifikasi Abu Terbang Batubara Dan Pozolan Alam Mentah Untuk Digunakan Dalam Beton. *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*.

Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Dan Lingkungan.

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>