

PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN BETON K-250 PADA ELEMEN STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT

Dimas ariansyah<sup>1)</sup>, Addy Sumarsono<sup>2)</sup>, Okma Yendri<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musi Rawas, Jl. Pangeran Mohamad Amin, Musi Rawas, Sumatera Selatan, Indonesia

<sup>1)</sup>Email: [dimasariansyah669@gmail.com](mailto:dimasariansyah669@gmail.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* 0%, 15%, 20%, 25% terhadap uji *slump*, uji *bleeding*, dan uji kuat tekan beton K-250 pada elemen struktur bangunan bertingkat. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah beton berpotensi meningkatkan kualitas material sekaligus mengurangi limbah industri dan pencemaran lingkungan akibat penumpukan abu batu bara dari PLTU. Metodologi penelitian melibatkan analisis data pengujian beton normal dengan kandungan *fly ash* 0% yang dirawat dan direndam selama 7, 14, 21 dan 28 hari, dengan variasi *Fly ash* 0%, 15%, 20%, dan 25% dari berat semen dalam campuran beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji *slump* dengan penambahan seluruh variasi *fly ash* memenuhi syarat dengan nilai *slump* terendah sebesar 77 mm pada variasi 20% yang memberikan *slump* terbaik dengan stabilitas campuran optimal. Hasil pengujian *bleeding* dengan penambahan seluruh variasi campuran *fly ash* berada di bawah batas maksimum 10%, sehingga memenuhi syarat kualitas beton dengan variasi 0% menghasilkan nilai *bleeding* terendah yang menunjukkan kepadatan beton terbaik sebesar 0,524%. Adapun hasil pengujian kuat tekan 28 hari, seluruh variasi campuran *fly ash* telah memenuhi standar beton K-250 dengan peningkatan tertinggi pada variasi 25%, di mana kuat tekan mencapai 279 kg/cm<sup>2</sup>, atau naik sebesar 7,31% dari nilai awal. Penambahan *fly ash* pada beton menunjukkan bahwa material ini dapat meningkatkan mutu beton sehingga layak digunakan sebagai bahan tambahan pada elemen struktur bangunan bertingkat. Temuan ini menekankan pentingnya pengelolaan limbah industri pembangkit listrik sebagai langkah strategis dalam mengurangi dampak lingkungan, sekaligus menunjukkan bahwa pemanfaatan *fly ash* secara tepat dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas beton.

**Kata kunci:** *Fly ash*, Kuat Tekan, *Slump*, *Bleeding*, Limbah Industri

ABSTRACT

This study is determined to investigate the effect of adding fly ash at 0%, 15%, 20%, and 25% on the slump test, bleeding test, and compressive strength test of K-250 concrete in multi building structural elements. The use of fly ash as a concrete additive has the potential to improve material quality while reducing industrial waste and environmental pollution caused by the accumulation of coal ash from power plants. The research methodology involved analyzing data from normal concrete tests with 0% fly ash content, cured and soaked for 7, 14, 21, and 28 days, with variations in fly ash content of 0%, 15%, 20%, and 25% of the cement weight in the concrete mixture. The research results show that the slump test results with the addition of all fly ash variations meet the requirements, with the lowest slump value of 77 mm at the 20% variation, which provides the best slump with optimal mixture stability. The bleeding test results with the addition of all fly ash mixture variations were below the maximum limit of 10%, thus meeting the concrete quality requirements, with the 0% variation producing the lowest bleeding value, indicating the best concrete density of 0,524%. Regarding the 28-day compressive strength test results, all fly ash mixture variations met the K-250 concrete standard, with the highest increase observed in the 25% variation, where compressive strength reached 279 kg/cm<sup>2</sup>, or an increase of 7.31% from the initial value. The addition of

fly ash to concrete demonstrates that this material can enhance concrete quality, making it suitable as an additive for structural elements in multi-story buildings. This finding emphasizes the importance of managing industrial waste from power plants as a strategic step in reducing environmental impact, while also showing that proper utilization of fly ash can contribute to improving concrete quality.

Keywords: Fly ash, Compressive Strength, Slump, Bleeding, Industrial Waste

## 1. PENDAHULUAN

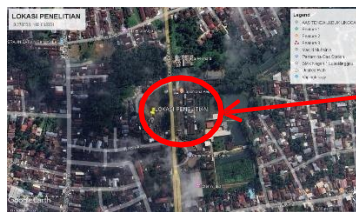
Beton merupakan bahan konstruksi yang paling sering digunakan dalam berbagai macam proyek pembangunan infrastruktur karena sifatnya yang tahan lama, kuat, dan fleksibel. Beton terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang dicampurkan dalam proporsi tertentu. Kekuatan tekan beton adalah salah satu parameter utama yang menunjukkan kualitas beton tersebut, dengan satuan ( $\text{Kg/cm}^2$ ), yang menggambarkan kemampuan beton dalam menahan beban tekan sebelum retak atau rusak. Dalam produksi beton, penggunaan semen sebagai bahan pengikat utama memiliki dampak lingkungan yang cukup besar, terutama dalam hal konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Proses produksi semen menghasilkan emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang signifikan, sehingga banyak upaya dilakukan untuk mencari bahan pengganti semen yang dapat mengurangi dampak lingkungan tanpa mengorbankan kualitas beton (Siddique, 2008).

Bahan tambahan yang kini banyak digunakan salah satunya adalah *fly ash*. *Fly ash* adalah abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Terlalu banyak limbah *fly ash* membuat sekitar area pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) rentan terhadap pencemaran lingkungan, baik dari segi udara, tanah, maupun air. Penumpukan *fly ash* yang tidak tertangani dengan baik dapat menyebabkan debu beterbangan dan mencemari udara, sementara partikel halus ke dalam tanah bisa memengaruhi kualitas air tanah di sekitarnya. Oleh karena itu, *fly ash* memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan tambah semen dalam campuran beton. Selain itu, penggunaan *fly ash* dalam beton dapat membantu mengurangi limbah industri dan mengurangi dampak lingkungan dari produksi semen.

Penelitian ini akan mengkaji pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kekuatan tekan beton. Variasi penambahan *fly ash* yang akan diuji adalah 0%, 15%, 20%, dan 25% dari berat semen, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variasi tersebut terhadap kekuatan tekan beton. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambahan dalam campuran beton ini memiliki potensi untuk menghasilkan beton yang lebih berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi beton yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta memberikan panduan bagi industri konstruksi dalam memilih komposisi campuran beton yang optimal dan berkelanjutan. Oleh karena itu dari penjelasan di atas penulis tertarik untuk mengangkat judul tugas akhir “Pengaruh Penambahan *Fly ash* Terhadap Kuat Tekan Beton K-250 Pada Elemen Struktur Bangunan Bertingkat”.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium CV Citra Karya Bersama yang terletak di Jalan Lintas Sumatera, Megang, Kec. Lubuk Linggau Utara II, Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan.

## 2.2. Metode yang digunakan

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000 dengan tujuan untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian slump.

### 2.2.1 Slump Test

Prosedur pengujian slump mengacu pada standar (SNI 1972:2008) tentang "Metode Pengujian Slump Beton". Dalam pengujian ini, beton segar dimasukkan ke dalam kerucut logam secara bertahap, kemudian kerucut tersebut diangkat secara vertikal. Selisih antara tinggi kerucut dan tinggi beton setelah kerucut diangkat disebut nilai slump (dalam cm atau mm). Nilai ini digunakan sebagai indikator seberapa mudah beton dikerjakan di lapangan.

Perhitungan nilai Slump:

$$\text{Slump} = H1 - H2$$

di mana:

H1 = tinggi cetakan kerucut slump (biasanya 30 cm),

H2 = tinggi beton setelah kerucut diangkat.

### 2.2.2 Uji Bleeding

Uji bleeding bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang naik ke permukaan dalam jangka waktu tertentu setelah beton dicetak. Dalam pengujian bleeding, semakin kecil nilai persentase air yang keluar, maka semakin baik kualitas beton, karena air tidak mudah terpisah dari campuran. SNI 4156:2008 nilai bleeding sebesar 0%-10%, nilai bleeding yang baik tidak melebihi 10%, dengan rumus sebagai berikut:

Jumlah air yang keluar :

$$\frac{A}{B} \times 100$$

Dimana :

A = jumlah air yang keluar dari beton segar (ml)

B = jumlah air beton segar dalam benda uji (ml)

$$E = \frac{A}{B} \times C$$

Dimana :

A = berat beton segar di dalam bejana (gr)

B = berat adukan total (gr)

C = volume air yang dipakai untuk pengaduk (ml)

Dihitung jumlah air yang keluar tiap cm<sup>2</sup> luas permukaan atas beton.

Rumus:

$$\text{Jumlah Air Yang Keluar} = \frac{A}{L}$$

A = jumlah air yang keluar (ml)

L = Luas permukaan beton segar (cm<sup>2</sup>)

### 2.2.3 Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

F'c = kuat tekan (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban maksimum yang bekerja, terbaca dalam alat uji (N)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

### 2.2.4 Pengumpulan Data

Beton yang digunakan memiliki mutu K-250 dengan variasi penambahan *fly ash* sebesar 0%, 15%, 20%, dan 25% dari berat semen. Benda uji dicetak berbentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm, masing-masing variasi dibuat dua sampel untuk setiap umur uji 7, 14, 21, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton direndam sesuai waktu tersebut.

Data primer diperoleh melalui eksperimen di laboratorium yang meliputi: pembuatan mix beton, pengujian slump, *bleeding*, dan kuat tekan beton. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait berupa Job Mix Formula (JMF). Bahan yang digunakan meliputi semen, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), bahan tambah (*fly ash*), dan oli. Alat yang digunakan antara lain timbangan kapasitas 100 kg, cetakan beton, kerucut Abrams, CTM (Compression Testing Machine), serta bak air untuk curing. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai slump, *bleeding*, dan kuat tekan beton untuk setiap variasi *fly ash*. Uji kuat tekan dilakukan pada benda uji beton dengan umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil tiap variasi terhadap standar beton normal.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Material

#### 3.1.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

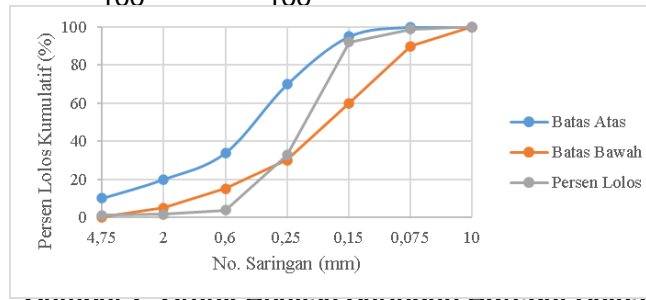
Pengujian analisis saringan bertujuan untuk mendapatkan gradasi dari agregat halus yang digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan satu set saringan dengan ukuran yang berbeda. Berdasarkan pengujian agregat halus diperoleh modulus kehalusan butiran sebesar 3,7% dengan gradasi butiran seperti pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 1. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus (1000 gram)

Luban g Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
4	10	1,05%	1,05%	98,95%
10	65	6,84%	7,89%	92,11%
30	565	59,47%	67,37%	32,63%
60	275	28,95%	96,32%	3,68%
100	20	2,11%	98,42%	1,58%
200	5	0,53%	98,95%	1,05%
Pan	10	1,05%	100,00%	0,00%
	950	100,00%	370,00%	
			MHB =	3,70%

Rumus:

$$Finenes\ modulus = \frac{\%Komulatif\ Tertahan}{100} = \frac{370}{100} = 3.70\%$$



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Hasil analisis saringan agregat halus menunjukkan gradasi tidak seimbang (gap-graded) karena kurangnya partikel ukuran menengah hingga halus, khususnya pada saringan 2 mm dan 0,6 mm. Meski demikian, modulus kehalusan sebesar 3,7% masih dalam batas standar SNI 03- 2461-1991 (1,5%–3,8%), sehingga agregat halus tetap memenuhi syarat.

### 3.1.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

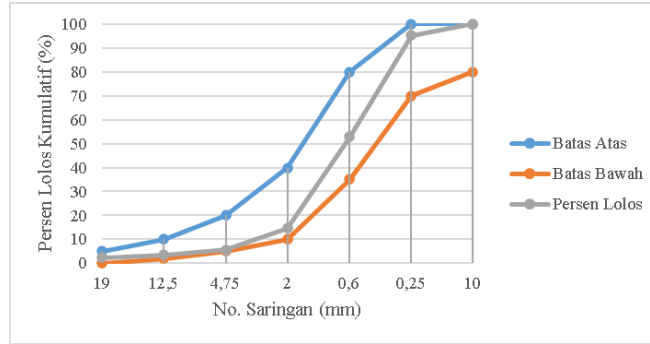
Agregat kasar merupakan salah satu bahan penyusun yang digunakan pada campuran beton. Agar memperoleh beton yang baik, dibutuhkan agregat kasar yang baik. Berdasarkan pengujian analisis saringan yang telah dilakukan pada agregat kasar, diperoleh nilai yang dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar (3000g)

Luban g Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
3/4	135	4,79%	4,79%	95,21%
1/2	1195	42,38%	47,16%	52,84%
4	1075	38,12%	85,28%	14,72%
10	255	9,04%	94,33%	5,67%
30	60	2,13%	96,45%	3,55%
60	35	1,24%	97,70%	2,30%
Pan	65	2,30%	100,00%	0,00%
Jumlah	2820	100,00%	425,71%	
			MHB =	4,26%

Rumus :

$$Finenes\ modulus = (\%Komulatif\ Tertahan)/100=425,71/100= 4.26\%$$



**Gambar 3. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar**

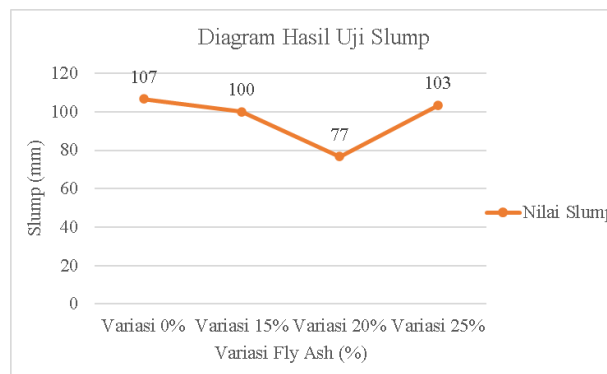
Distribusi partikel agregat kasar berada dalam batas standar, menunjukkan gradasi baik (well-graded) dan sesuai untuk campuran konstruksi. Modulus kehalusan 4,26% masih dalam batas SNI 03-2461-2002 (<7%), sehingga memenuhi syarat.

### 3.2 Pengujian Slump

Nilai slump digunakan sebagai salah satu indikator untuk menilai kualitas dan kekuatan beton. Nilai slump yang terlalu rendah menunjukkan beton yang terlalu kaku dan sulit dikerjakan, sedangkan nilai yang terlalu tinggi dapat mengindikasikan beton yang terlalu cair, yang berisiko menurunkan kekuatan akhir beton. Oleh karena itu, pengendalian nilai slump sangat penting untuk memastikan mutu dan performa beton sesuai dengan yang direncanakan.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Slump**

Uraian	Variasi 0%	Variasi 15%	Variasi 20%	Variasi 25%
	Nilai slump (mm)	Nilai slump (mm)	Nilai slump (mm)	Nilai slump (mm)
Sampel A	90	90	70	90
Sampel B	110	100	70	90
Sampel C	120	110	90	130
Rata - rata	107	100	77	103



**Gambar 4. Grafik Rata – rata uji slump**

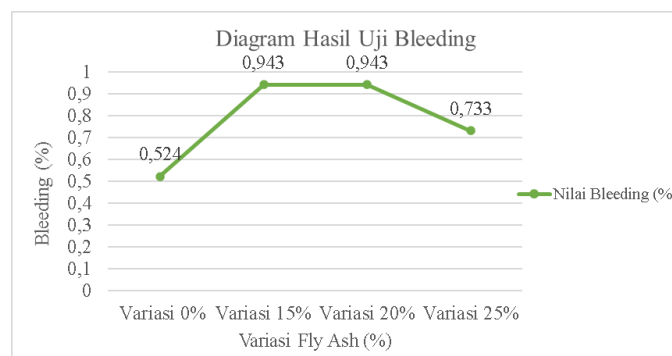
Nilai slump terbaik terdapat pada variasi 20% dengan penurunan 26,67% dari nilai awal, menunjukkan kelecakan dan kestabilan campuran paling baik. Semua variasi (0%, 15%, 20%, 25%) masih memenuhi standar PBI 1971 N.I.-2 (75–150 mm).

### 3.3 Pengujian Bleeding

Tujuan dari pengujian bleeding adalah untuk mengetahui seberapa besar kecenderungan air dalam campuran beton segar keluar ke permukaan akibat pemisahan dari material padat, seperti semen dan agregat, selama proses awal setelah pencampuran dan sebelum beton mengeras.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Bleeding*

Variasi	Waktu (menit)	Volume air (cm <sup>2</sup> )	Luas permukaan beton segar (cm <sup>2</sup> )	Jumlah air yang keluar (%)	Jumlah air yang keluar perluas permukaan beton segar (ml/cm <sup>2</sup> )
0%	60	5	1350	0,524	0,004
15%	60	9	1350	0,943	0,006
20%	60	9	1350	0,943	0,006
25%	60	7	1350	0,733	0,005



Gambar 5. Hasil Uji Bleeding Terhadap Variasi Fly Ash

Nilai bleeding terbaik ada pada variasi 0% (0,524%) karena paling kecil dan menunjukkan beton paling stabil. Variasi 15% dan 20% menunjukkan peningkatan bleeding (0,943%), sedangkan variasi 25% menurun menjadi 0,733%. Semua variasi masih memenuhi batas SNI 4156:2008 (<10%).

### 3.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas. Nilai kekuatan beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder ataupun kubus pada umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat Compression Testing Machine. Berdasarkan sni 03-2834-2000.

Luas penampang kubus =  $S \times S = 15 \times 15 = 225$

Rumus konversi :

Kuat tekan beton (Kg/cm<sup>2</sup>) = (besar beban tekan (P))/(luas penampang (A))

1 Mpa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

1 KN = 1000 N

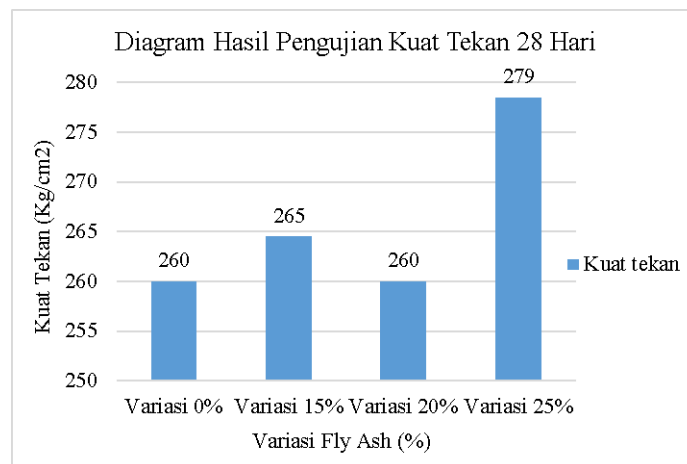
1 N = 0,10197 Kg

1 KN = 1000 x 0,10197 = 101,97 kg

Adapun hasilpengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5. Rekap Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton**

Variasi	Umur	Beban Max (N)	Rata-rata (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0%	7	39.258	174
	14	50.475	224
	21	57.607,5	256
	28	58.632	260
15%	7	35.179	156
	14	48.945	217
	21	56.593	251
	28	59.652	265
20%	7	33.139,5	147
	14	49.455	220
	21	55.573	247
	28	58.632	260
25%	7	38.748	167
	14	51.494,5	229
	21	57.612,5	256
	28	62.706	279



**Gambar 6. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton 28 Hari**

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian slump, seluruh variasi *fly ash* (0%, 15%, 20%, dan 25%) memenuhi syarat yang ditentukan oleh PBI 1971 N.I.-2, yaitu rentang nilai slump 75–150 mm. Variasi 20% menunjukkan nilai slump terendah sebesar 77 mm, yang menandakan tingkat kelecakan terbaik dan stabilitas campuran beton paling optimal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan *fly ash* sebesar 20%

- memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kestabilan dan kekentalan beton tanpa melebihi batas slump yang diperbolehkan.
2. Berdasarkan hasil pengujian *bleeding*, seluruh variasi campuran *fly ash* (0%, 15%, 20%, dan 25%) masih berada jauh di bawah batas maksimum 10% sesuai SNI 4156:2008, sehingga memenuhi syarat kualitas beton. Variasi 0% menunjukkan nilai *bleeding* terkecil sebesar 0,524%, yang menandakan beton paling stabil dan padat. Semakin kecil nilai *bleeding*, semakin baik kualitas beton karena air tidak mudah terpisah dari campuran. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa variasi 0% memberikan hasil terbaik dalam menekan *bleeding*, meskipun variasi 25% juga menunjukkan perbaikan yang signifikan dibandingkan variasi 15% dan 20%.
  3. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan 28 hari, seluruh variasi campuran *fly ash* telah memenuhi syarat mutu beton K-250, yaitu memiliki kuat tekan minimal 250 kg/cm<sup>2</sup>. Pada variasi 0%, kuat tekan beton mencapai 260 kg/cm<sup>2</sup> dan dijadikan sebagai acuan awal. Variasi 15% menunjukkan peningkatan menjadi 265 kg/cm<sup>2</sup>, menandakan adanya kenaikan kekuatan beton sebesar 1,92%. Sementara itu, pada variasi 20%, kuat tekan kembali menjadi 260 kg/cm<sup>2</sup>, sama seperti nilai awal, sehingga belum menunjukkan peningkatan kekuatan yang signifikan. Peningkatan paling tinggi terjadi pada variasi 25%, di mana kuat tekan mencapai 279 kg/cm<sup>2</sup>, atau naik sebesar 7,31% dari nilai awal. Dengan demikian, seluruh variasi telah memenuhi standar beton K-250, dan variasi 25% memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kuat tekan beton.

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan pada penelitian selanjutnya, yaitu antara lain.

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya melakukan pengujian *fly ash* yang lebih akurat untuk mengetahui apakah *fly ash* termasuk pada kelas C, F ataupun N supaya mengetahui *fly ash* yang baik digunakan untuk pembuatan beton.
2. Menyertakan data atau studi kasus yang relevan akan membuat laporan lebih informatif dan membantu pembaca memahami pengaruh tiap faktor terhadap kualitas beton yang dihasilkan. Revisi kalimat dan tambahkan kalimat yang perlu.
3. Dapat mencoba menambahkan zat adiktif cairan untuk memperoleh kuat tekan beton yang baik.
4. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan variasi penambahan *fly ash* dengan persentase di atas 50% - 100%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). Sni t-15-1991-03.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Sni 03-2834-2000, 1–34.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-6863-2002 Metode pengambilan contoh dan pengujian abu terbang atau pozolan alam sebagai mineral pencampur dalam beton semen portland.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara Uji Slump Beton.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013. Badan Standardisasi Nasional, 265.
- Bigatti, S. M., & Cronan, T. A. (2002). A comparison of pain measures used with patients with fibromyalgia. *Journal of Nursing Measurement*, 10(1), 5–14.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1982). PUBL-1982 Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, 2(1), 1–344.

- Ginting, A., Pengajar, S., Teknik, J., Teknik, F., & Janabadra, U. (2014). Pengaruh Perbandingan Agregat Halus Dengan Agregat Kasar Terhadap Workability dan Kuat Tekan Beton. 4(1), 59–65.
- Indonesia, S. N. (2008). SNI 4156:2008 Cara Uji Bliding dari Beton Segar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kusumosusanto, J. W. (2023). Petunjuk Umum Konstruksi. Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman, 1–37.
- Mulyono, T. (2003). Lokasi: Teknologi Beton. In Teknologi Beton (Issue March).
- Neville. (n.d.). concrete-technology-am-neville-amp-jj-brooks..
- Siddique, R. (2008). Waste materials and by-products in concrete. In Waste Materials and By-Products in Concrete.
- Simanjuntak, J. O., Sidabutar, R. A., Pasaribu, H., Saragi, Y. R. R., & Sitorus, S. (2021). Sifat Dan Karakteristik Campuran Beton Menggunakan Batu Pecah Dan Batu Guli Dari Sungai Binjai. Jurnal Visi Eksakta, 2(2), 239–254.