

9

KELECAKANDANKEKUATAN TEK
ANBETONBERBASISABU
TERBANG SEBAGAI PENGANTI
SEMEN DAN
BATUAPUNGUNTUKPENGANTI
IAGREGATKASAR

by Ade Okvianti

Submission date: 13-Feb-2024 08:33AM (UTC+0700)

Submission ID: 2293359851

File name: AGAI_PENGGANTI_SEMEN_DAN_BATUAPUNGUNTUKPENGANTIAGREGATKASAR.pdf (526.5K)

Word count: 2450

Character count: 13352



KELECAKAN DAN KEKUATAN TEKAN BETON BERBASIS ABU TERBANG SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DAN BATU APUNG UNTUK PENGGANTI AGREGAT KASAR

*Muhammad Sofyan¹, Ade Okvianti Irlan², Jansen Zadrak Korobu³, Abdul Rokhman⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Sipil, FTIK, Institut Teknologi PLN, Jakarta

²Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Universitas Trisakti, Jakarta

*¹⁾ m.sofyan@itpln.ac.id

Abstract

Concrete's drawback is its low tensile strength and heavy weight, which may exceed 2400 kg/m³. The significance of self-weight in building construction is essential, particularly when dealing with seismic loads. The larger the inertial force from the weight of the structure itself, the greater the inertial force from the weight of the building itself, therefore lightweight concrete can provide an opportunity to lower its own weight with a smaller unit weight of 1850 kg/m³. Fly ash was employed as a substitute for cement in this investigation, while pumice was used as a substitute for coarse aggregate. The goal of this research was to establish the unit weight, compressive strength, and workability/slump value of concrete. In this investigation, 30% of the fly ash was utilized. Pumice is determined at 0%, 5%, 10%, and 15% of the weight of coarse aggregate. The SN sample has the highest slump value of 8.8. However, the slump value continued to fall with the addition of pumice. The use of larger pumice stone results in a reduction in the volume weight of concrete up to 1845 kg/m³, permitting it to be classified as lightweight concrete. Pumice has been demonstrated to diminish strength by 11% on average for every 5% replacement.

Keywords: Workability, Compressive Strength, Volume Weight, Pumice Stone, Fly Ash

Abstrak

Kelemahan beton adalah kekuatan tariknya yang rendah dan berat sendiri yang cukup besar yaitu mencapai 2400 kg/m³. Peranan beban berat sendiri dalam konstruksi bangunan sangat penting, terutama pada saat merespon beban gempa. Semakin berat bangunan maka semakin besar pula gaya inersia dari berat bangunan itu sendiri, sehingga beton ringan dapat memberikan solusi untuk mengurangi berat sendiri dengan berat volume yang lebih ringan sebesar 1850 kg/m³. Pada penelitian ini fly ash digunakan sebagai pengganti semen dan batu apung sebagai pengganti agregat kasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berat volume, kuat tekan beton, dan workability/nilai slump. Persentase Fly ash yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 30%. Batu apung yang ditetapkan mulai dari 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat agregat kasar. Nilai slump yang tertinggi sebesar 8,8 terdapat pada Sampel SN. Namun nilai slump terus menurun diikuti penambahan batu apung. Penggunaan batu apung yang semakin besar diikuti dengan turunnya berat volume dari beton hingga 1845 kg/m³ sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan. Batu apung terbukti dapat menurunkan kekuatan rata-rata 11% setiap substitusi batu apung 5%.

Kata kunci: workability, kekuatan tekan, Berat volume, Batu Apung, Fly Ash

Pendahuluan

Beton merupakan bahan bangunan yang paling umum di dunia konstruksi karena memiliki banyak keunggulan. Di sisi lain, beton memiliki kelemahan yaitu berat volumenya yang tinggi, yang tentunya mempengaruhi setiap perhitungan beban konstruksi terutama beban mati. Untuk

mengatasi hal tersebut, berbagai penelitian tentang sifat dan mutu beton dilakukan untuk memperoleh beton dengan bobot yang lebih ringan namun cukup baik dalam memikul gaya mekanis.

Besarnya beban dalam konstruksi bangunan menjadi faktor yang perlu dicermati. Semakin berat bangunan maka semakin besar pula gaya inersia dari berat bangunan itu sendiri, sehingga

beton yang lebih ringan dapat menjadi solusi untuk mengurangi berat dimana berat jenisnya maksimal 1850 kg/m^3 (Adonis, 2014).

Penggunaan fly ash sebagai bahan campuran beton berdampak positif bagi lingkungan. Fly ash adalah sisa pembakaran batubara yang diperoleh dari pembakaran dengan temperatur tinggi hingga menjadi partikel pozzolan yang sangat halus. Kehalusan partikel abu terbang dapat menyebabkan pencemaran udara. Selain itu, pengolahan fly ash saat ini masih sebatas penyimpanan pada lahan kosong (Setiawati, 2018).

Penelitian mengenai batu apung dan abu terbang pada beton telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya Penelitian yang dilakukan Arifin dkk, (2020) yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan berat jenis beton menggunakan batuapung sebagai pengganti agregat kasar dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20%. Dari hasil penelitian kuat tekan beton tertinggi didapat pada variasi 5% BA+20% FA dengan kuat tekan sebesar = 12,58 MPa namun belum mencapai kuat tekan beton rencana 25 MPa. Marthinus dkk, (2014) mempelajari pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu terbang (flyash) terhadap kuat tekan beton mutu normal. Komposisi variasi penambahan abu terbang sebanyak 0%, 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70% dari berat semen. Berdasarkan hasil pengujian, penambahan presentase abu terbang sebesar 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70% memiliki nilai kuat tekan optimum pada presentase abu terbang 30% yaitu sebesar 24,18 MPa.

Dalam penelitian ini akan diinvestigasi kekuatan tekan dan workability dari beton yang menggunakan batu apung sebagai agregat kasar mulai dari 0 hingga 15% persen terhadap berat agregat kasar. Fly ash dengan persentase tetap 30% dari berat semen.

Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi PLN di Menara PLN, Jalan Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta Dimana metode perhitungan Mix Design mengacu kepada Syarat "Tata Cara Pembuatan Beton Normal" dengan metode (SNI 7656-2012). Matriks benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proporsi Campuran

Mix-ID	Semen (kg/m^3)	Keri kil (kg/m^3)	Pasir (kg/m^3)	Batu Apung (kg/m^3)	Fly Ash (kg/m^3)	air
SN	244,3	906, 148	1088,7 91	-	-	173,5 6
S5	171.1	860, 848	1088,7 91	45,3	73,2 9	173,5 6
S10	171.1	815, 533	1088,7 91	90,618	73,2 9	173,5 6
S15	171.1	770, 226	1088,7 91	135,92 2	73,2 9	173,5 6

Jenis semen yang digunakan adalah semen Portland PCC Tipe II, semen dalam kondisi kantong tertutup yang kedap udara dengan berat 40 kg dan baik secara visual tidak ada gumpalan semen yang keras. Fly ash kelas F digunakan sebagai bahan Substitusi yang memenuhi spesifikasi ASTM C150 (2020) dan ASTM C618 (2019).

Unsur-unsur kimia fly ash ditampilkan pada Tabel 3 Berat jenis spesifik PCC dan fly ash yang telah di uji masing-masing sebesar 3,6 gr/ml dan 2,64 gr/ml. Batu pecah alami yang memiliki ukuran maksimum nominal 19 mm digunakan dalam campuran beton sebagai agregat kasar. Pasir yang digunakan berasal dari toko material lokal. Secara visual batu apung yang digunakan pada penelitian ini memiliki warna abu-abu keputihan terang dan terdapat pori pada sisi batumannya. Peningkatan kandungan agregat batu apung akan menurunkan berat jenis beton, oleh karena itu dikategorikan sebagai agregat ringan (Karthika et al., 2020). Hasil dari pengujian batu apung (Febriantiy, Liastary P dkk., 2022) dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Batu Apung

Pengujian	Hasil
Berat Isi	0.33
Berat Jenis	1.07
Modulus Kehalusan	7.95
Kadar Air	1.07
Kadar Kotor	2.56
Keausan	35.61

Tabel 3. Oxide Composition of Fly Ash and (%)

Oxide	Persentase
SiO ₂	43.58
Al ₂ O ₃	24.62
Fe ₂ O ₃	14.57
CaO	8.12
Na ₂ O	0.774
MgO	4.73
K ₂ O	0.86
P ₂ O ₅	0.42

Tabel 4. Karakteristik Agregat

Karakteristik	Agregat kasar	Agregat Halus
Modulus kehalusan	6,67	3,098
Berat Satuan (kg/m ³)	1409,15	1437,94
Kadar air (%)	2,25	3,09
Berat Jenis	2,009	2,5
Penyerapan air	4,56	2,04
Kadar lumpur (%)	0,2	1,96

Berbagai sifat agregat ditentukan mengikuti ASTM C29 (2017), ASTM C127 (2015), ASTM C128 (2015) dan ASTM C136 (2019) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Pengujian yang akan dilakukan pada sampel adalah adalah pengujian kuat tekan dan slump. Kuat tekan beton adalah gaya per satuan luas yang menyebabkan beton runtuh. Kuat tekan beton ditentukan oleh proporsi campuran yang tepat. Faktor air semen memegang peranan dalam menentukan kekuatan tekan.

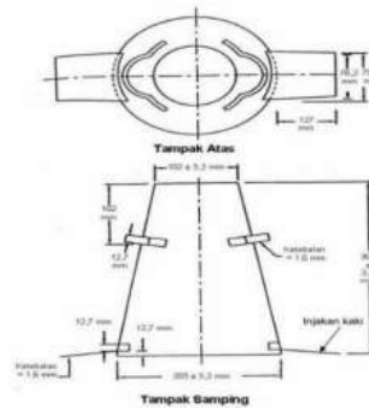
Menurut (SNI 1974: 2011), nilai kuat tekan dapat ditentukan dengan rumus:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

$f'c$ = Kuat tekan beton dengan benda uji silinder Mpa atau N/mm²)

P = Gaya tekan aksial (N)

Menurut (SNI 1972:2008), kelecakan dari beton dapat diukur dengan melakukan pengujian slump. Slump beton adalah penurunan ketinggian pada bagian tengah permukaan beton yang diukur segera setelah kerucut abram untuk cetakan slump diangkat.



Gambar 1. Cetakan uji slump (Kerucut abram)

Sumber: (SNI 1972:2008)

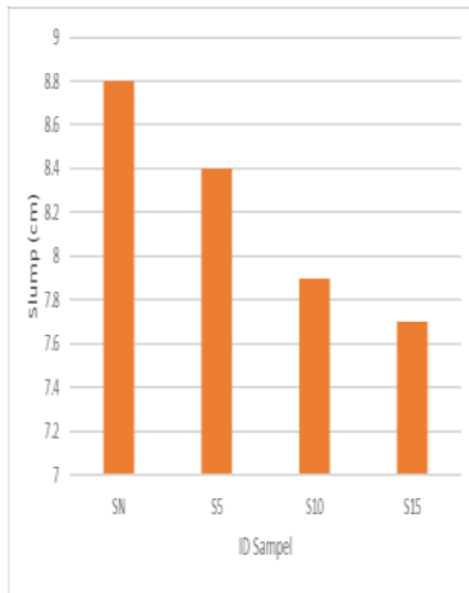
4 Hasil dan Pembahasan

Salah satu variabel yang dibahas dalam studi ini adalah workability dari sampel. *Workability* berkontribusi pada kualitas pada saat pencampuran beton segar. *Workability* yang baik memberikan kemudahan pada saat pengadukan sehingga beton dapat memadat dengan sempurna pada saat dituang kedalam cetakan/mould. Tabel 5 menyajikan nilai slump dari sampel. Nilai slump tertinggi diperoleh dari sampel SN, sedangkan nilai slump terendah diperoleh dari sampel S15 dengan persentase batu apung sebesar 15% dari berat agregat kasar.

Secara grafis nilai slump test dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan korelasi antara persentase batu apung yang dimulai dari 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap nilai slump.

Tabel 5. Nilai Slump Sampel

Sampel	Nilai Slump (cm)
SN	8.8
S5	8.4
S10	7.9
S15	7.7



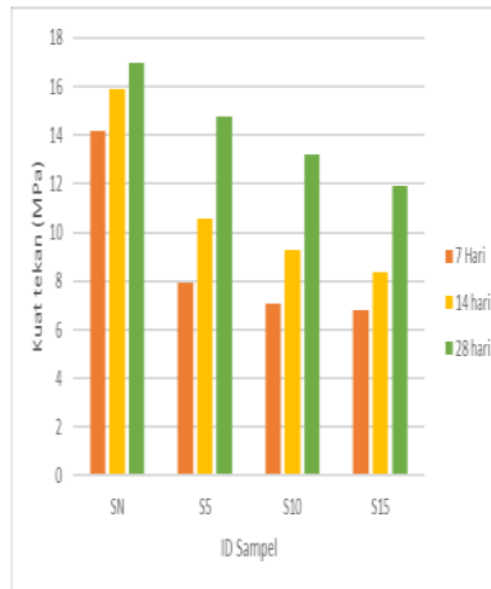
Gambar 2. Grafik Nilai Slump Sampel

Berdasarkan hasil pengujian nilai *slump* semua variasi sesuai dengan *slump* rencana yaitu 75 mm - 100 mm. Nilai *slump* yang tertinggi terdapat pada Sampel SN sebesar 8,8 cm. Namun nilai *slump* terus menurun dengan bertambahnya persentase batu apung. Serapan air Batu apung yang lebih besar dibandingkan dari agregat batu pecah menjadi faktor utama.

Tabel 6. Kuat tekan Sampel

ID Sampel	Kuat Tekan		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
SN	14.2	15.89	16.99
S5	7.95	10.59	14.79
S10	6.82	9.27	13.23
S15	7.06	8.39	11.92

Tabel 6 Menyajikan Hasil Pengujian Kuat tekan sampel yang terdiri pengujian kuat tekan yang di curing pada 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hubungan antara persentase batu apung terhadap kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik kuat tekan sampel

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada umur 28 hari beton normal tanpa penggunaan batu apung (SN) masih memiliki kuat tekan tertinggi dibandingkan lainnya sebesar 16,99 MPa. Penggunaan abu terbang 30% masih belum dapat melebihi kekuatan beton rencana.

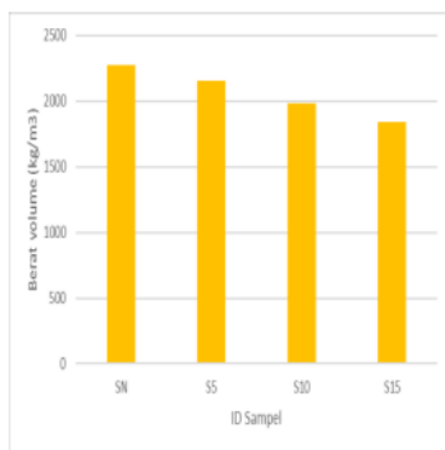
Persentase batu apung yang semakin meningkat diikuti dengan penurunan kekuatan tekan. Penggunaan batu apung sebanyak 15% (Sampel S15) menurunkan kekuatan tekan hingga 29% dari beton normal (SN). Tiap Penambahan 5% batu apung mengakibatkan penurunan kekuatan rata-rata 11%.13% pada umur perendaman 28 hari.

Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan batu apung sebagai agregat adalah dapat mengurangi berat volume beton. Berat volume yang diukur pada sampel disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat volume sampel

ID Sampel	Berat volume kering kg/m ³
SN	2273
S5	2152
S10	1981
S15	1845

Berat Volume sampel disajikan secara grafis pada Gambar 4. Terlihat pada grafik bahwa persentase batu apung yang semakin besar diikuti dengan turunnya berat volume dari beton hingga 1845 kg/m³ Sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan. Selain itu, fly ash memiliki berat jenis lebih ringan dibandingkan dengan berat jenis semen Portland dikarenakan unsur-unsur dasar penyusun semen memiliki massa yang lebih besar dari pada fly-ash dan struktur penyusun fly-ash yang dominan adalah debu amorf dan jugatergantung pada lokasi asal fly-ash (Irlan, dkk., 2020) sehingga mempengaruhi berat volume beton



Gambar 4. Grafik kuat tekan sampel

Meskipun telah termasuk pada kategori beton ringan. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan yang hanya maksimal mencapai 16,99 MPa pada umur perendaman 28 hari belum dapat mencapai kekuatan untuk beton struktural.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian sampel dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Workability dari beton akan menurun jika persentase batu apung pada beton semakin bertambah.
2. Penggunaan abu terbang 30% pada sampel belum dapat memberikan kontribusi kekuatan untuk mencapai fungsi sebagai beton struktural.
3. Kuat tekan akan menurun rata-rata 11% setiap penambahan 5% batu apung pada beton.
4. Batu apung terbukti dapat mengurangi berat Volume Beton untuk dapat dijadikan sebagai beton ringan.

Daftar Pustaka

- Adonis, A. (2014). Tinjauan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Ringan Dengan Menggunakan Batu Apung Dan Serbuk Batu Palimanan. <http://eprints.ums.ac.id/eprint/37704>.
- Irlan, Ade Okvianti et al (2020). Tinjauan Karakteristik Bahan Penyusun Beton Berpori dengan Penggunaan Flyash dan Superplasticizer untuk Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan, 244-256 <https://jurnal.itpln.ac.id/kilat/article/view/954>
- Setiawati, M. (2018). Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. Seminar Nasional Sains dan Teknologi, 17,1–8. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3556>
- B. Arifin and D. Pertiwi (2020) “Pengaruh Penggunaan Batu Apung sebagai Pengganti Agregat Kasar Ditinjau dari Kuat Tekan,” pp. 114– 120.
- Marthinus, A. P., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh penambahan abu terbang (fly ash) terhadap kuat tarik belah beton. Jurnal Sipil Statik, 3(11), 729–736.
- Febrianty, Liastary Pradina et al (2022). Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Pada Beton Dengan Penambahan Serat Serabut Kelapa Dan Batu Apung, 20-28 <https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/sipil/article/view/13936/8150>
- ASTM C150 / C150M-20 (2020) Standard Specification for Portland Cement. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C618-19 (2019). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C29 / C29M-17a (2017). Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C127-15 (2015). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C128-15 (2015). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C136 / C136M-19 (2019). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. ASTM International, West Conshohocken, PA.

SNI 1974 – 2011. Cara Uji Kuat tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.

SNI 1972 – 2008. Cara Uji Slump Beton.

Karthika, R. B., Vidyapriya, V., Nandhini Sri, K. V., Merlin Grace Beaula, K., Harini, R., & Sriram, M. (2020). Experimental study on lightweight concrete using pumice aggregate. *Materials Today: Proceedings*, 43, 1606–1613.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.762>

9 KELECAKANDANKEKUATANTEKANBETONBERBASISABU TERBANG SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DAN BATUAPUNGUNTUKPENGGANTIAGREGATKASAR

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to STT PLN Student Paper	8%
2	ejurnal.itats.ac.id Internet Source	2%
3	media.neliti.com Internet Source	2%
4	teras.unimal.ac.id Internet Source	1%
5	repositories.utu.ac.id Internet Source	1%
6	vdocuments.mx Internet Source	1%
7	jurnal.borneo.ac.id Internet Source	1%

Exclude bibliography On

9 KELECAKANDANKEKUATANTEKANBETONBERBASISABU TERBANG SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DAN BATUAPUNGUNTUKPENGGANTIAGREGATKASAR

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6



E-ISSN : 2621-4164

Vol. 5 No.2

<https://doi.org/10.25105/cesd.v5i2.15732>

KELECAKAN DAN KEKUATAN TEKAN BETON BERBASIS ABU TERBANG SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DAN BATU APUNG UNTUK PENGGANTI AGREGAT KASAR

***Muhammad Sofyan¹, Ade Okvianti Irlan², Jansen Zadrak Korobu³, Abdul Rokhman⁴**

^{1,3,4}Program Studi Teknik Sipil, FTIK, Institut Teknologi PLN, Jakarta

²Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Universitas Trisakti, Jakarta

*¹) m.sofyan@itpln.ac.id

Abstract

Concrete's drawback is its low tensile strength and heavy weight, which may exceed 2400 kg/m³. The significance of self-weight in building construction is essential, particularly when dealing with seismic loads. The larger the inertial force from the weight of the structure itself, the greater the inertial force from the weight of the building itself, therefore lightweight concrete can provide an opportunity to lower its own weight with a smaller unit weight of 1850 kg/m³. Fly ash was employed as a substitute for cement in this investigation, while pumice was used as a substitute for coarse aggregate. The goal of this research was to establish the unit weight, compressive strength, and workability/slump value of concrete. In this investigation, 30% of the fly ash was utilized. Pumice is determined at 0%, 5%, 10%, and 15% of the weight of coarse aggregate. The SN sample has the highest slump value of 8.8. However, the slump value continued to fall with the addition of pumice. The use of larger pumice stone results in a reduction in the volume weight of concrete up to 1845 kg/m³, permitting it to be classified as lightweight concrete. Pumice has been demonstrated to diminish strength by 11% on average for every 5% replacement.

Keywords: *Workability, Compressive Strength, Volume Weight, Pumice Stone, Fly Ash*

Abstrak

Kelemahan beton adalah kekuatan tariknya yang rendah dan berat sendiri yang cukup besar yaitu mencapai 2400 kg/m³. Peranan beban berat sendiri dalam konstruksi bangunan sangat penting, terutama pada saat merespon beban gempa. Semakin berat bangunan maka semakin besar pula gaya inersia dari berat bangunan itu sendiri, sehingga beton ringan dapat memberikan solusi untuk mengurangi berat sendiri dengan berat volume yang lebih ringan sebesar 1850 kg/m³. Pada penelitian ini fly ash digunakan sebagai pengganti semen dan batu apung sebagai pengganti agregat kasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berat volume, kuat tekan beton, dan workability/nilai slump. Persentase Fly ash yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 30%. Batu apung yang ditetapkan mulai dari 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat agregat kasar. Nilai slump yang tertinggi sebesar 8,8 terdapat pada Sampel SN. Namun nilai slump terus menurun diikuti penambahan batu apung. Penggunaan batu apung yang semakin besar diikuti dengan turunnya berat volume dari beton hingga 1845 kg/m³ sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan. Batu apung terbukti dapat menurunkan kekuatan rata-rata 11% setiap substitusi batu apung 5%.

Kata kunci: *workability, kekuatan tekan, Berat volume, Batu Apung, Fly Ash*

Pendahuluan

Beton merupakan bahan bangunan yang paling umum di dunia konstruksi karena memiliki banyak keunggulan. Di sisi lain, beton memiliki kelemahan yaitu berat volumenya yang tinggi, yang tentunya mempengaruhi setiap perhitungan beban konstruksi terutama beban mati. Untuk

mengatasi hal tersebut, berbagai penelitian tentang sifat dan mutu beton dilakukan untuk memperoleh beton dengan bobot yang lebih ringan namun cukup baik dalam memikul gaya mekanis.

Besarnya beban dalam konstruksi bangunan menjadi faktor yang perlu dicermati. Semakin berat bangunan maka semakin besar pula gaya inersia dari berat bangunan itu sendiri, sehingga

beton yang lebih ringan dapat menjadi solusi untuk mengurangi berat dimana berat jenisnya maksimal 1850 kg/m^3 (Adonis, 2014).

Penggunaan fly ash sebagai bahan campuran beton berdampak positif bagi lingkungan. Fly ash adalah sisa pembakaran batubara yang diperoleh dari pembakaran dengan temperatur tinggi hingga menjadi partikel pozzolan yang sangat halus. Kehalusan partikel abu terbang dapat menyebabkan pencemaran udara. Selain itu, pengolahan fly ash saat ini masih sebatas penyimpanan pada lahan kosong (Setiawati, 2018).

Penelitian mengenai batu apung dan abu terbang pada beton telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya Penelitian yang dilakukan Arifin dkk, (2020) yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan berat jenis beton menggunakan batuapung sebagai pengganti agregat kasar dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20%. Dari hasil penelitian kuat tekan beton tertinggi didapat pada variasi 5% BA+20% FA dengan kuat tekan sebesar = 12,58 MPa namun belum mencapai kuat tekan beton rencana 25 MPa. Marthinus dkk, (2014) mempelajari pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu terbang (flyash) terhadap kuat tekan beton mutu normal. Komposisivariasi penambahan abu terbang sebanyak 0%, 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70% dari berat semen. Berdasarkan hasil pengujian, penambahan presentase abu terbang sebesar 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70% memiliki nilai kuat tekan optimum pada presentase abu terbang 30% yaitu sebesar 24,18 MPa.

Dalam penelitian ini akan diinvestigasi kekuatan tekan dan workability dari beton yang menggunakan batu apung sebagai agregat kasar mulai dari 0 hingga 15% persen terhadap berat agregat kasar. Fly ash dengan persentase tetap 30% dari berat semen.

Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi PLN di Menara PLN, Jalan Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta Dimana metode perhitungan Mix Design mengacu kepada Syarat "Tata Cara Pembuatan Beton Normal" dengan metode (SNI 7656-2012). Matriksbenda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proporsi Campuran

Mix-ID	Semen (kg/m ³)	Keri kil (kg/ m ³)	Pasir (kg/m ³)	Batu Apung (kg/m ³)	Fly Ash (kg/ m ³)	air
SN	244,3	906, 148	1088,7 91	-	-	173,5 6
S5	171.1	860, 848	1088,7 91	45,3	73,2 9	173,5 6
S10	171.1	815, 533	1088,7 91	90,618	73,2 9	173,5 6
S15	171.1	770, 226	1088,7 91	135,92 2	73,2 9	173,5 6

Jenis semen yang digunakan adalah semen Portland PCC Tipe II, semen dalam kondisi kantong tertutup yang kedap udara dengan berat 40 kg dan baik secara visual tidak ada gumpalan semen yang keras. Fly ash kelas F digunakan sebagai bahan Subtitusi yang memenuhi spesifikasi ASTM C150 (2020) dan ASTM C618 (2019).

Unsur-unsur kimia fly ash ditampilkan pada Tabel 3 Berat jenis spesifik PCC dan fly ash yang telah di uji masing-masing sebesar 3,6 gr/ml dan 2,64 gr/ml. Batu pecah alami yang memiliki ukuran maksimum nominal 19 mm digunakan dalam campuran beton sebagai agregat kasar. Pasir yang digunakan berasal dari toko material lokal. Secara visual batu apung yang digunakan padapenelitian ini memiliki warna abu-abu keputihan terang dan terdapat pori pada sisi batumannya. Peningkatan kandungan agregat batu apung akan menurunkan beratjenis beton, oleh karena itu dikategorikan sebagai agregat ringan (Karthika et al., 2020). Hasil dari pengujian batu apung (Febriantiy, Liastary P dkk.,2022) dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Batu Apung

Pengujian	Hasil
Berat Isi	0.33
Berat Jenis	1.07
Modulus Kehalusan	7.95
Kadar Air	1.07
Kadar Kotor	2.56
Keausan	35.61

Tabel 3. Oxide Composition of Fly Ash and (%)

Oxide	Persentase
SiO ₂	43.58
Al ₂ O ₃	24.62
Fe ₂ O ₃	14.57
CaO	8.12
Na ₂ O	0.774
MgO	4.73
K ₂ O	0.86
P ₂ O ₅	0.42

Tabel 4. Karakteristik Agregat

Karakteristik	Agregat kasar	Agregat Halus
Modulus kehalusan	6,67	3,098
Berat Satuan (kg/m ³)	1409,15	1437,94
Kadar air (%)	2,25	3,09
Berat Jenis	2,009	2,5
Penyerapan air	4,56	2,04
Kadar lumpur (%)	0,2	1,96

Berbagai sifat agregat ditentukan mengikuti ASTM C29 (2017), ASTM C127 (2015), ASTM C128 (2015) dan ASTM C136 (2019) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Pengujian yang akan dilakukan pada sampel adalah pengujian kuat tekan dan slump. Kuat tekan beton adalah gaya per satuan luas yang menyebabkan beton runtuh. Kuat tekan beton ditentukan oleh proporsi campuran yang tepat. Faktor air semen memegang peranan dalam menentukan kekuatan tekan.

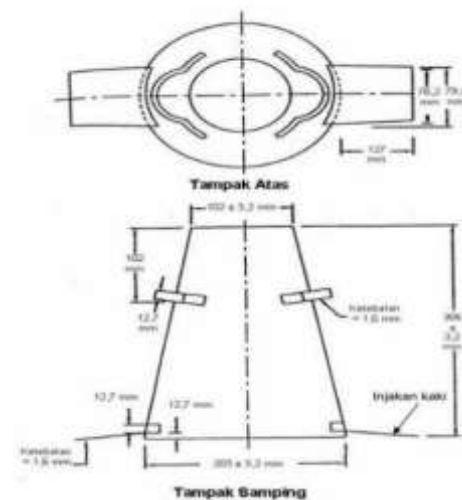
Menurut (SNI 1974: 2011), nilai kuat tekan dapat ditentukan dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

f'_c = Kuat tekan beton dengan benda uji silinder (Mpa atau N/mm²)

P = Gaya tekan aksial (N)

Menurut (SNI 1972:2008), kelecakan dari beton dapat diukur dengan melakukan pengujian slump. Slump beton adalah penurunan ketinggian pada bagian tengah permukaan beton yang diukur segera setelah kerucut abram untuk cetakan slump diangkat.



Gambar 1. Cetakan uji slump (Kerucut abram)
Sumber: (SNI 1972:2008)

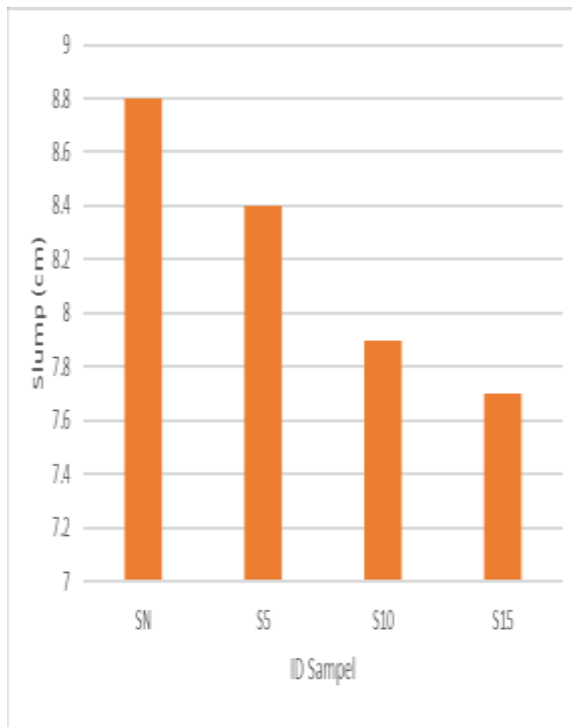
Hasil dan Pembahasan

Salah satu variabel yang dibahas dalam studi ini adalah workability dari sampel. *Workability* berkontribusi pada kualitas pada saat pencampuran beton segar. *Workability* yang baik memberikan kemudahan pada saat pengadukan sehingga beton dapat memadat dengan sempurna pada saat dituang ke dalam cetakan/mould. Tabel 5 menyajikan nilai slump dari sampel. Nilai slump tertinggi diperoleh dari sampel SN, sedangkan nilai slump terendah diperoleh dari sampel S15 dengan persentase batu apung sebesar 15% dari berat agregat kasar.

Secara grafis nilai slump test dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan korelasi antara persentase batu apung yang dimulai dari 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap nilai slump.

Tabel 5. Nilai Slump Sampel

Sampel	Nilai Slump (cm)
SN	8.8
S5	8.4
S10	7.9
S15	7.7



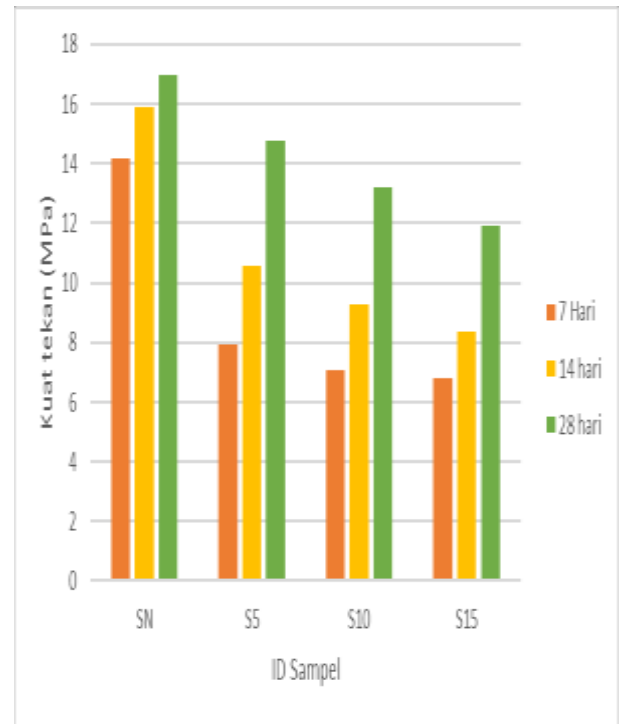
Gambar 2. Grafik Nilai Slump Sampel

Berdasarkan hasil pengujian nilai *slump* semua variasi sesuai dengan *slump* rencana yaitu 75 mm - 100 mm. Nilai *slump* yang tertinggi terdapat pada Sampel SN sebesar 8,8 cm. Namun nilai *slump* terus menurun dengan bertambahnya persentase batu apung. Serapan air Batu apung yang lebih besar dibandingkan dari agregat batu pecah menjadi faktor utama.

Tabel 6. Kuat tekan Sampel

ID Sampel	Kuat Tekan		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
SN	14.2	15.89	16.99
S5	7.95	10.59	14.79
S10	6.82	9.27	13.23
S15	7.06	8.39	11.92

Tabel 6 Menyajikan Hasil Pengujian Kuat tekan sampel yang terdiri pengujian kuat tekan yang di curing pada 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hubungan antara persentase batu apung terhadap kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik kuat tekan sampel

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada umur 28 hari beton normal tanpa penggunaan batu apung (SN) masih memiliki kuat tekan tertinggi dibandingkan lainnya sebesar 16,99 MPa. Penggunaan abu terbang 30% masih belum dapat melebihi kekuatan beton rencana.

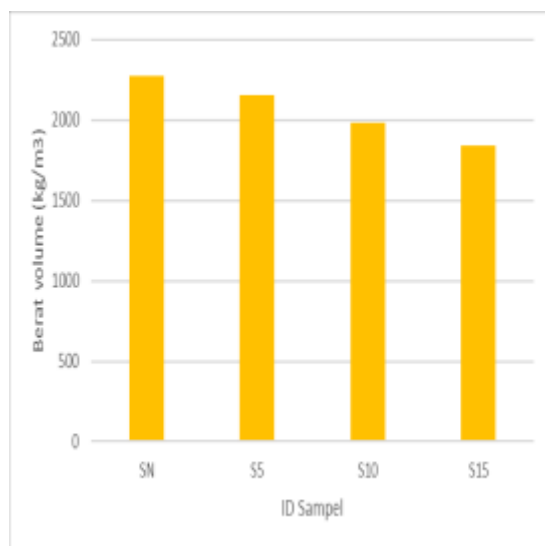
Persentase batu apung yang semakin meningkat diikuti dengan penurunan kekuatan tekan. Penggunaan batu apung sebanyak 15% (Sampel S15) menurunkan kekuatan tekan hingga 29% dari beton normal (SN). Tiap Penambahan 5% batu apung mengakibatkan penurunan kekuatan rata-rata 11%.13% pada umur perendaman 28 hari.

Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan batu apung sebagai agregat adalah dapat mengurangi berat volume beton. Berat volume yang diukur pada sampel disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat volume sampel

ID Sampel	Berat volume kering kg/m ³
SN	2273
S5	2152
S10	1981
S15	1845

Berat Volume sampel disajikan secara grafis pada Gambar 4. Terlihat pada grafik bahwa persentase batu apung yang semakin besar diikuti dengan turunnya berat volume dari beton hingga 1845 kg/m³ Sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan. Selain itu, fly ash memiliki berat jenis lebih ringan dibandingkan dengan berat jenis semen Portland dikarenakan unsur-unsur dasar penyusun semen memiliki massa yang lebih besar dari pada fly-ash dan struktur penyusun fly-ash yang dominan adalah debu amorf dan jugatergantung pada lokasi asal fly-ash (Irlan, dkk., 2020) sehingga mempengaruhi berat volume beton



Gambar 4. Grafik kuat tekan sampel

Meskipun telah termasuk pada kategori beton ringan. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan yang hanya maksimal mencapai 16,99 MPa pada umur perendaman 28 hari belum dapat mencapai kekuatan untuk beton struktural.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian sampel dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Workability dari beton akan menurun jika persentase batu apung pada beton semakin bertambah.
2. Penggunaan abu terbang 30% pada sampel belum dapat memberikan kontribusi kekuatan untuk mencapai fungsi sebagai beton struktural.
3. Kuat tekan akan menurun rata-rata 11% setiap penambahan 5% batu apung pada beton.
4. Batu apung terbukti dapat mengurangi berat Volume Beton untuk dapat dijadikan sebagai beton ringan.

Daftar Pustaka

- Adonis, A. (2014). Tinjauan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Ringan Dengan Menggunakan Batu Apung Dan Serbuk Batu Palimanan. <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/37704>.
- Irlan, Ade Okvianti et al (2020). Tinjauan Karakteristik Bahan Penyusun Beton Berpori dengan Penggunaan Flyash dan Superplasticizer untuk Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan, 244-256 <https://jurnal.itpln.ac.id/kilat/article/view/954>
- Setiawati, M. (2018). Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. Seminar Nasional Sains dan Teknologi, 17,1–8. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3556>
- B. Arifin and D. Pertiwi (2020) “Pengaruh Penggunaan Batu Apung sebagai Pengganti Agregat Kasar Ditinjau dari Kuat Tekan,” pp. 114– 120.
- Marthinus, A. P., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh penambahan abu terbang (fly ash) terhadap kuat tarik belah beton. Jurnal Sipil Statik, 3(11), 729–736.
- Febrianty, Liastary Pradina et al (2022). Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Pada Beton Dengan Penambahan Serat Serabut Kelapa Dan Batu Apung, 20-28 <https://trijurnal.lemli.trisakti.ac.id/index.php/sipil/article/view/13936/8150>
- ASTM C150 / C150M-20 (2020) Standard Specification for Portland Cement. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C618-19 (2019). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C29 / C29M-17a (2017). Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C127-15 (2015). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C128-15 (2015). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C136 / C136M-19 (2019). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. ASTM International, West Conshohocken, PA.

SNI 1974 – 2011. Cara Uji Kuat tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.

SNI 1972 – 2008. Cara Uji Slump Beton.

Karthika, R. B., Vidyapriya, V., Nandhini Sri, K. V., Merlin Grace Beaula, K., Harini, R., & Sriram, M. (2020). Experimental study on lightweight concrete using pumice aggregate. *Materials Today: Proceedings*, 43, 1606–1613.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.762>