

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN AGREGAT LOKAL DENGAN PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI DAN BATU APUNG SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN

Febriany Safitri Abd. Rajak

Servie O. Dapas, Marthin D. J. Sumajouw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : febrianyrazak08@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan beton sebagai material pada struktur bangunan semakin meningkat. Gas emisi karbondioksida (CO₂) dihasilkan saat proses pembuatan semen yang menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Guna meminimalkan penggunaan semen portland dalam konstruksi sederhana dan memaksimalkan penggunaan limbah dari material alam, maka pemakaian semen jenis lain perlu dicoba. Abu sekam padi dan batu apung adalah contoh limbah yang mengandung oksida silika sebagai bahan utama penyusunnya, hal tersebut memberikan sifat pozzolanik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial pada semen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi dan batu apung sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton. Metode ACI 211.1-91 digunakan untuk menghitung komposisi campuran beton. Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Pengujian dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari, dengan variasi sampel benda uji ASP, ASPBA1, ASPBA2, ASPBA3, ASPBA4, dan ASPBA5.

Hasil penelitian beton dengan substitusi parsial semen menunjukkan bahwa kuat tekan yang paling optimum terdapat pada beton dengan substitusi parsial abu sekam padi 10%, dengan hasil 19,46 MPa pada umur 14 hari dan 23,44 MPa pada umur 28 hari. Kuat tekan beton mengalami peningkatan dengan presentase sebesar 20,45%.

Kata Kunci: *Pozzolan, Abu Sekam Padi, Batu Apung, Kuat Tekan*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri konstruksi, telah menyebabkan peningkatan penggunaan material beton untuk berbagai keperluan infrastruktur fisik. Penggunaan beton sebagai bahan utama konstruksi bangunan saat ini sudah tidak diragukan lagi keunggulannya.

Indonesia merupakan salah satu negara yang dominan menggunakan beton sebagai bahan material pada struktur bangunan. Peningkatan produksi semen akan menambahkan jumlah gas emisi karbondioksida (CO₂) yang dilepas ke atmosfer sehingga mempercepat proses pemanasan global. Guna meminimalkan penggunaan semen portland dalam konstruksi sederhana dan memaksimalkan penggunaan material alam secara langsung maka pemakaian semen jenis lain perlu dicoba.

Salah satu bahan bangunan yang mampu memenuhi masa sekarang tanpa mengganggu pemenuhan kebutuhan di masa mendatang adalah bahan bangunan yang berasal dari alam atau pertanian, biasanya dikenal dengan istilah *Agro-*

Based resources, Ada banyak *Agro-Based resources* yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan bangunan.

Sementara itu, Indonesia sebagai negara dengan hasil pertanian terbesarnya adalah padi karena makanan pokok masyarakat adalah nasi. Dan sekam adalah produk samping dari penggilingan padi, yaitu kulit luar dari padi. Abu sekam padi merupakan hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Selama proses perubahan sekam padi menjadi abu, pembakaran menghilangkan zat-zat organik dan meninggalkan sisa pembakaran yang kaya akan silika (SiO₂).

Indonesia juga sebagai negara yang memiliki banyak sekali gunung vulkanik yang aktif, dimana hal tersebut membuat batu apung, salah satu hasil dari letusan gunung vulkanik banyak terbentuk.

Batu apung (*pumice*) adalah batuan yang kaya akan silika. Batuan ini berasal dari hasil meletusnya gunung berapi yang mempunyai struktur porous, hal itu terjadi karena keluarnya uap dan gas-gas yang larut didalamnya pada

waktu terbentuk, berbentuk blok padat, fragmen hingga pasir atau bercampur halus dan kasar.

Rumusan Masalah

Seiring dengan pesatnya perkembangan industri konstruksi di Indonesia, penggunaan beton sebagai material pada struktur bangunan semakin meningkat, hal ini juga menyebabkan peningkatan penggunaan semen. Semen menghasilkan emisi gas karbondioksida (CO₂) yang dilepas ke atmosfer sehingga mempercepat pemanasan global. Salah satu upaya yang dilakukan untuk tetap menjadikan beton sebagai bahan konstruksi tanpa meningkatkan emisi gas karbondioksida adalah dengan menciptakan bahan bangunan yang berasal dari alam atau pertanian, biasanya dikenal dengan istilah *Agro-Based resources*.

Abu sekam padi adalah limbah pembakaran sekam padi yang mengandung silica sebagai bahan utama penyusunnya. Batu Apung (*pumice*) adalah hasil gunung api yang kaya akan silica. Hal tersebut, menjadikan abu sekam padi dan batu apung termasuk dalam bahan tambah mineral (pozzolan) yang dapat meningkatkan mutu beton.

Untuk itu dilakukan penelitian dengan judul: Pengujian Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Agregat Lokal dengan Pemanfaatan Abu Sekam Padi Dan Batu Apung Sebagai Substitusi Parsial Semen.

Batasan Masalah

Adapun pembatasan permasalahan meliputi:

- 1) Semen yang digunakan merupakan semen portland.
- 2) Agregat halus dari Girian.
- 3) Agregat kasar (batu pecah) dari Lansot, Kema.
- 4) Air yang digunakan dari Sumur Bor Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.
- 5) Abu sekam padi yang digunakan sebagai pengganti semen adalah abu sekam padi yang tidak melalui pembakaran secara khusus. Abu sekam padi langsung diambil dari pembakaran yang ada di sawah.
- 6) Abu sekam padi berasal dari Kec. Kwandang, Kab. Gorontalo utara, Provinsi Gorontalo
- 7) Batu apung berasal dari Kec. Teling, Kab Wanea, Provinsi Sulawesi Utara.
- 8) Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan.

- 9) Pengujian benda uji dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari.
- 10) Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang diketahui, maka tujuan yang ingin di capai adalah:

- 1) Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan batu apung sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat tekan beton.
- 2) Untuk mengetahui seberapa besar nilai persentase penambahan abu sekam padi dan batu apung agar diperoleh kuat tekan yang maksimal.
- 3) Untuk mengetahui apakah abu sekam padi dan batu apung dapat menjadi bahan pengganti sebagian semen.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pelaku konstruksi tentang penggunaan agregat lokal, dalam hal ini abu sekam padi dan batu apung untuk konstruksi beton, terutama mengenai kuat tekan beton yang akan dihasilkan.

LANDASAN TEORI

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (*SNI 03-2847-2002*).

Terdapat beberapa jenis beton, yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2004):

1. **Beton ringan.** Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan memiliki berat jenis 800 - 1.800 kg/m³ dengan kekuatan tekan 6,89 - 17,24 Mpa.
2. **Beton normal.** Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai

agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2.200 - 2.400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 - 40 Mpa.

3. **Beton berat.** Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2.400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.
4. **Beton massa (mass concrete).** Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.
5. **Ferro-Cement.** Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.
6. **Beton serat (fibre concrete).** Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

Bahan tambah

Bahan tambah menurut maksud penggunaannya dibagi menjadi dua golongan yaitu admixtures dan additives. Admixtures ialah semua bahan penyusun beton selain air, semen hidrolik dan agregat yang ditambahkan sebelum, segera atau selama proses pencampuran adukan di dalam batching, untuk merubah sifat beton baik dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Definisi additive lebih mengarah pada semua bahan yang ditambahkan dan digiling bersamaan pada saat proses produksi semen (Taylor, 1997).

Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuk yang halus dan dengan adanya air maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu normal membentuk senyawa kalsium hidrat yang bersifat hidraulik dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah.

Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina, yang tidak mempunyai sifat semen, akan tetapi dalam bentuk halus dan dengan adanya air dapat menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air (Tjokrodinuljo, 1996).

Abu sekam padi (Rice Husk Ash)

Abu sekam padi tergolong sebagai bahan *pozzolan* alami (*natural pozzolan*) yang mengandung senyawa silika (SiO₂). *Pozzolan* tersebut tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air (Tjokrodinuljo, 1996).



Gambar 1. Abu Sekam Padi

Pembakaran sekam dapat menghasilkan silika dalam berbagai bentuk tergantung pada kebutuhan industri tertentu dengan mengatur suhu pembakaran. Silika dalam bentuk amorf sangat reaktif. Pembakaran secara terbuka (seperti di sawah-sawah) dapat menghasilkan abu silika bentuk amorf dan biasanya mengandung 86,9–97,80% silika dan 10–15% karbon (Sumaatmadja, 1985).

Batu apung (pumice)

Batu apung (*pumice*) adalah batuan yang kaya akan silika. Batuan ini berasal dari hasil meletusnya gunung berapi yang mempunyai struktur porous, hal itu terjadi karena keluarnya uap dan gas-gas yang larut didalamnya pada waktu terbentuk, berbentuk blok padat, fragmen hingga pasir atau bercampur halus dan kasar.

Batu apung banyak digunakan sebagai alternatif bahan pokok maupun campuran dalam dunia industri, salah satunya sebagai agregat beton ringan dan sebagai bahan abrasif pada berbagai produk industri. Batu apung memiliki porositas tinggi sehingga batu tersebut bisa mengapung di atas air.



Gambar 2. Batu Apung (*pumice*)

Berat volume beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton terhadap volumenya. Berat volume beton dipengaruhi oleh bentuk agregat, gradasi agregat, berat jenis agregat, ukuran maksimum agregat, karena berat volume beton tergantung pada berat volume agregat. Berat volume beton ini semuanya berada dalam keadaan kering udara. Berat volume dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\gamma_c = \frac{W}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- γ_c = Berat Volume Beton (kg/m³)
- W = Berat Benda Uji (kg)
- V = Volume Beton (m³)

Tabel 1. Klasifikasi Berat Volume Beton

Jenis Beton	Berat Volume Beton (kg/m ³)
Beton Ultra Ringan	300-11000
Beton Ringan	1100-1600
Beton Ringan Struktural	1450-1900
Beton Normal	2100-2550
Beton Berat	2900-6100

Sumber: (ACI, 1993)

Kekuatan tekan beton

Kekuatan tekan beton didefinisikan sebagai tegangan yang terjadi dalam benda uji pada pemberian beban hingga benda uji tersebut hancur. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan beton hancur.

Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- $f'c$ = Kuat Tekan Beton (N/mm²)
- P = Beban Maksimum (N)
- A = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm²)

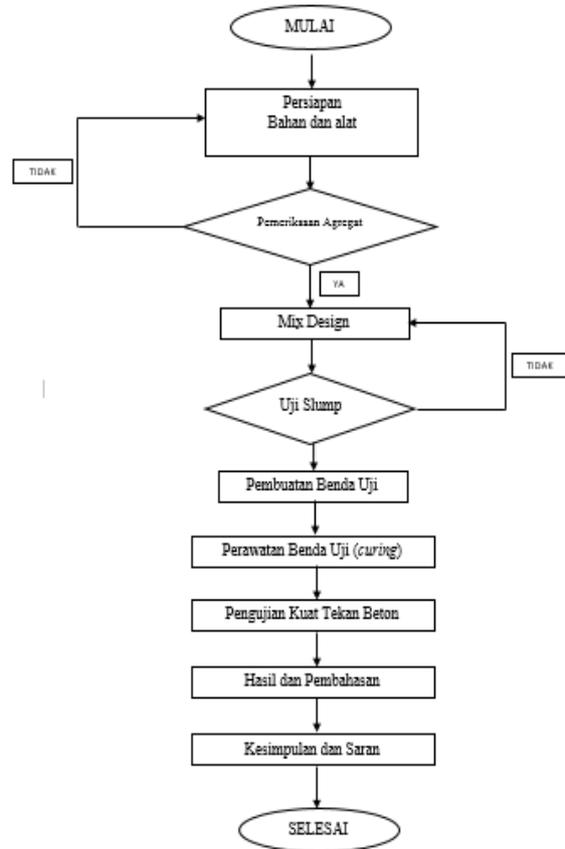
Tabel 2. Faktor Konversi Umur Beton

Umur (hari)	Faktor Konversi
3	0,4
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1

Sumber: (PBI, 1971)

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Metode Penelitian :



Gambar 3. Skema Rencana Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran Beton

Berdasarkan hasil yang didapat dari pemeriksaan material untuk mix design menurut ACI 211.1 – 91 dengan FAS 0,54 (nilai FAS ditetapkan dari beberapa kali trial mix design) dibutuhkan komposisi campuran beton sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi Campuran Beton Per m³

Komposisi Campuran Beton Per m ³		
Semen	kg	379,630
Air	kg	209,420
Agregat Kasar	kg	826,690
Agregat Halus	kg	750,422

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4. Komposisi Campuran Abu Sekam Padi dan Batu Apung Per Pengecoran

Berat Semen Per Pengecoran (kg)	Presentase		Material (kg)		Total	Berat Semen Setelah Substitusi Material (kg)
	ASP	BA	ASP	BA		
4,28	10%		0,428	0	0,428	3,85
4,28	10%	2,5%	0,428	0,107	0,535	3,75
4,28	10%	5%	0,428	0,214	0,642	3,64
4,28	10%	7,5%	0,428	0,321	0,749	3,53
4,28	10%	10%	0,428	0,428	0,856	3,42
4,28	10%	15%	0,428	0,642	1,070	3,21
TOTAL			2,56800	1,712	4,280	21,40

Sumber: Hasil Penelitian

Pemeriksaan nilai slump

Pemeriksaan nilai *slump* dilakukan untuk mengetahui workability dari campuran beton. Pemeriksaan nilai *slump* dilakukan pada masing-masing campuran. Nilai *slump* dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 5. Nilai Slump

No.	Bahan Campuran	Rata-rata Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m ³)	Rata-rata Berat Volume (kg/m ³)
1.	ASP 10%	3,39623	0,00157	2163,206
2	ASP 10% + BA 2,5%	3,38437	0,00157	2155,648
3	ASP 10% + BA 5%	3,40345	0,00157	2167,803
4	ASP 10% + BA 7,5%	3,39543	0,00157	2162,696
5	ASP 10% + BA 10%	3,23032	0,00157	2057,527
6	ASP 10% + BA 15%	3,18555	0,00157	2029,013

Berdasarkan tabel 5 nilai *slump* yang didapatkan setiap kali pengecoran pada masing-masing campuran sesuai dengan nilai *slump* yang ditetapkan yaitu 75-100 mm. Setiap campuran dengan dan tanpa tambahan abu sekam padi dan batu apung bisa diterapkan karena memiliki *workability* yang baik.

Pemeriksaan Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara betar beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Hasil dari perhitungan berat volume beton adalah berat volume rata-rata beton pada umur 1 hari, dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 6 Rata-rata Berat Volume Beton Normal

No.	Rata-rata Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m ³)	Rata-rata Berat Volume (kg/m ³)
1.	3,47447	0,00157	2213,036

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 7. Rata-rata Berat Volume Beton dengan Campuran

No.	Bahan Campuran	Rata-rata Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m ³)	Rata-rata Berat Volume (kg/m ³)
1.	ASP 10%	3,39623	0,00157	2163,206
2	ASP 10% + BA 2,5%	3,38437	0,00157	2155,648
3	ASP 10% + BA 5%	3,40345	0,00157	2167,803
4	ASP 10% + BA 7,5%	3,39543	0,00157	2162,696
5	ASP 10% + BA 10%	3,23032	0,00157	2057,527
6	ASP 10% + BA 15%	3,18555	0,00157	2029,013

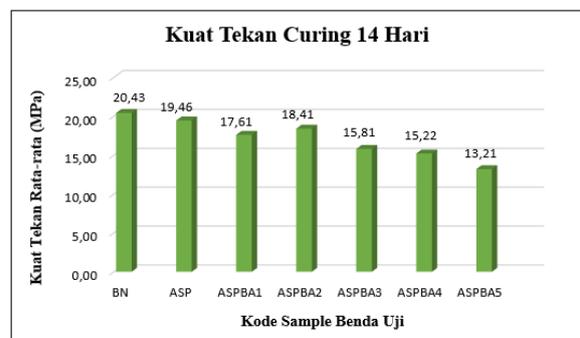
Sumber: Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 6 dan 7 diketahui bahwa rata-rata berat volume beton dengan atau tanpa bahan campuran, berkisar antara 2029,013-2163,206 kg/m³, maka termasuk dalam jenis beton normal. Berat massa volume beton normal berada pada interval 2110-2550 kg/m³. (dapat dilihat pada tabel 1 Klasifikasi Berat Volume Beton)

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 14 hari

Kode	Presentase Bahan Campuran (%)		Kuat Tekan Rata-rata 14 hari (MPa)
	ASP	BA	
BN	0	0	20,43
ASP	10	0	19,46
ASPBA1	10	2,5	17,61
ASPBA2	10	5	18,41
ASPBA3	10	7,5	15,81
ASPBA4	10	10	15,22
ASPBA5	10	15	13,21



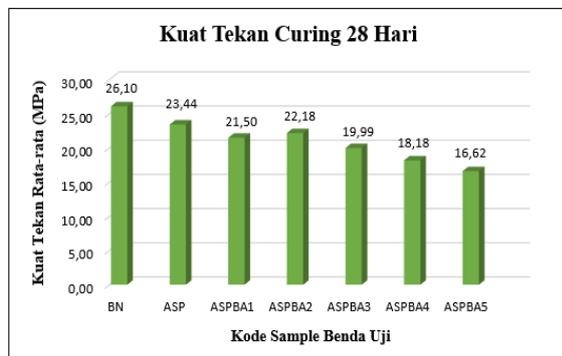
Gambar 4 Diagram Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Berdasarkan hasil pemeriksaan kuat tekan rata-rata umur 14 hari, didapat nilai kuat tekan beton rata-rata untuk beton dengan campuran abu sekam padi 10% sebesar 19,46 MPa, kemudian mengalami penurunan pada beton dengan campuran abu sekam padi 10% + batu apung 2,5% dengan hasil 17,61 MPa, lalu mengalami kenaikan kembali pada beton dengan campuran abu sekam padi 10% + batu apung 5% sebesar 18,41 MPa.

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Kode	Presentase Bahan Campuran (%)		Kuat Tekan Rata-rata 28 hari (MPa)
	ASP	BA	
BN	0	0	26,10
ASP	10	0	23,44
ASPBA1	10	2,5	21,50
ASPBA2	10	5	22,18
ASPBA3	10	7,5	19,99
ASPBA4	10	10	18,18
ASPBA5	10	15	16,62

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 5 Diagram Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan hasil pemeriksaan kuat tekan rata-rata curing 28 hari, didapat nilai kuat tekan beton rata-rata untuk beton dengan campuran abu sekam padi 10% sebesar 23,44 MPa, kemudian mengalami penurunan pada beton dengan campuran abu sekam padi 10% + batu apung 2,5% dengan hasil 21,50 MPa, lalu mengalami kenaikan kembali pada beton dengan campuran abu sekam padi 10% + batu apung 5% sebesar 22,18 MPa.

Konversi Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari ke 28 Hari

Berikut ini adalah nilai kuat tekan rata-rata pengujian umur 14 hari jika dikonversikan ke

dalam pengujian umur 28 hari. Faktor konversi umur beton terdapat pada tabel 10. faktor konversi umur beton.

Tabel 10. Hasil Konversi Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari kedalam Umur 28 Hari

Kode	Presentase Bahan Campuran (%)		Kuat Tekan Rata-rata 14 hari (MPa)	Kuat tekan rata-rata faktor konversi 28 hari (MPa)
	ASP	BA		
BN	0	0	20,43	23,21
ASP	10	0	19,46	22,11
ASPBA1	10	2,5	17,61	20,01
ASPBA2	10	5	18,41	20,92
ASPBA3	10	7,5	15,81	17,96
ASPBA4	10	10	15,22	17,22
ASPBA5	10	15	13,21	15,01

Sumber: Hasil Penelitian

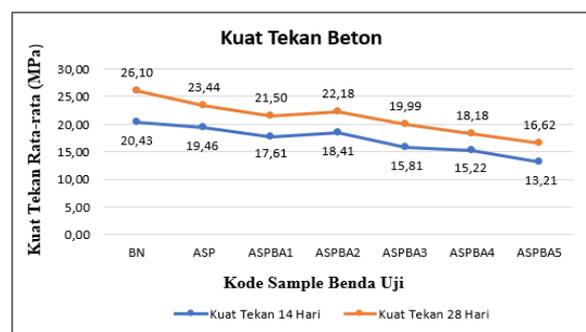
Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton

Dari tabel dan hasil pemeriksaan kuat tekan beton umur 14 hari dan kuat tekan beton umur 28 hari dibuat grafik presentase kenaikan kuat tekan beton pada umur 14 hari dan umur 28 hari seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 11. Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton

Kode	Bahan Campuran	Kuat Tekan Beton (MPa)		Penaikan Kuat Tekan Rata-rata (%)
		14 hari	28 hari	
BN	Tanpa Bahan Tambah	20,43	26,10	27,75
ASP	ASP 10%	19,46	23,44	20,45
ASPBA1	ASP 10% + BA 2,5%	17,61	21,50	22,09
ASPBA2	ASP 10% + BA 5%	18,41	22,18	20,48
ASPBA3	ASP 10% + BA 7,5%	15,81	19,99	26,44
ASPBA4	ASP 10% + BA 10%	15,22	18,18	19,45
ASPBA5	ASP 10% + BA 15%	13,21	16,62	25,81

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 6. Grafik Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton

Berdasarkan gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur pengujian beton. Presentase kenaikan kuat tekan pada beton normal tanpa tambahan bahan campuran yaitu sebesar 27,75%. Sedangkan, beton dengan substitusi parsial semen mengalami presentase kenaikan paling optimum pada variasi abu sekam padi 10% + batu apung 7,5% yaitu sebesar 26,44 %.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

- 1) Nilai *slump* antara 75-100 mm, sesuai dengan nilai *slump* yang ditetapkan. Nilai *slump* dicapai dengan mengoreksi FAS. Setiap campuran beton dengan atau tanpa bahan campuran memiliki *workability* yang baik.
- 2) Rata-rata berat volume beton dengan atau tanpa campuran beton berkisar antara 2029,013-2163,206 kg/m³, dan termasuk dalam jenis beton normal.
- 3) Pengurangan berat semen membuat kuat tekan beton menurun.
- 4) Penggunaan batu apung sebagai bahan pengganti sebagian semen tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton, meskipun batu apung memiliki kandungan senyawa silika.

- 5) Dari semua presentase bahan campuran pada curing 14 hari, hasil kuat tekan beton paling optimal didapat pada presentase abu sekam padi 10% yaitu sebesar 19,46 MPa.
- 6) Dari semua presentase bahan campuran pada curing 28 hari, hasil kuat tekan beton paling optimal didapat pada presentase abu sekam padi 10% yaitu sebesar 23,44 MPa
- 7) Seiring bertambahnya umur pengujian beton dari umur 14 hari ke umur 28 hari, nilai kuat tekan beton juga semakin meningkat. Presentase kenaikan paling optimum terdapat pada beton normal tanpa bahan tambah yaitu sebesar 27,75%.
- 8) Dilihat dari kuat tekan beton normal, adanya penambahan bahan campuran abu sekam padi dan batu apung pada campuran beton belum bisa menjadi bahan pengganti sebagian semen yang dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Saran

Saran yang dapat diberikan, yaitu:

- 1) Material yang dipakai untuk bahan pengganti sebagian semen sebaiknya perlu perlakuan secara khusus.
- 2) Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya tidak menggunakan batu apung sebagai bahan pengganti sebagian semen karna hal tersebut dapat menurunkan kuat tekan beton.
- 3) Pada saat pencetakan, pastikan campuran terisi secara padat dan sempurna pada cetakan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211.1-91. 1993. *Standart Practice for Selecting Proportion For Nomal, Heavyweight, and Mass Concrete*. ACI. Detroit.
- ASTM C 125-1995., Annual Book of ASTM Standards 1995. Vol.04.02, Concrete And Aggregate, Philadelphia.
- ASTM C-33. *Standard Specification for Concrete Aggregates*, United States.
- DPU. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. N.1-2 1971. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Houston,D.F. 1972. *Rice Chemistry and Technology*. Vol IV, American Association of Cereal Chemist, Inc, St.Paul, Minnesota, USA.
- Mulyono, T., 2006. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- PUBI. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU. Bandung.

- Setiawan, Prama, Prihantono, Bachtiar, Gina. 2010. *Penggunaan Abu Sekam Padi Dan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Komposit Pada Pembuatan Paving Block*. Jurnal Menara, Volume V, No.1, Januari 2010, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- SNI 03-1974-1990. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- SNI 03-2834-2000. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- SNI 2847-2013. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- Solikin, Mochammad, Susilo. 2016. *Pengaruh Pemakaian Abu Sekam Padi Sebagai Cementitious Terhadap Perkembangan Kuat Tekan Beton*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sumaatmadja, D. 1980. *Sekam Gabah sebagai Bahan Industri*. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri.
- Taylor. 1997. *Cement Chemistry*. London: Thomas telford.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.