

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT LOKAL DAN ABU ARANG TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN

Gregoria Megastia Langitan

Marthin D. J. Sumajow, Servie O. Dapas

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : gregoria.langitan@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur yang semakin meningkat memberikan dampak terhadap kebutuhan beton sebagai salah satu material konstruksi yang sering digunakan semakin tinggi. Semen sebagai salah satu bahan dasar pembentuk beton dalam proses produksinya melepaskan secara bebas gas CO₂ yang kemudian berdampak buruk terhadap lingkungan. . Pemanfaatan abu arang tempurung kelapa sebagai substitusi parsial semen pada campuran beton dapat dijadikan alternative lain dalam upaya mengurangi penggunaan semen. Terdapat unsur-unsur senyawa yang dimiliki abu arang tempurung kelapa yang hampir sama dengan unsur-unsur senyawa yang dimiliki semen. Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Pengujian dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Penggunaan abu arang tempurung kelapa sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen pada campuran beton. Dari hasil penelitian, kuat tekan maksimum beton dengan abu arang tempurung kelapa sebagai substitusi parsial semen terdapat pada presentase 5% yaitu sebesar 24,09 MPa pada umur 7 hari, 27,21 MPa pada umur 14 hari dan 31,11 MPa pada umur 28 hari.

Kata Kunci: Beton, Kua Tekan, Abu Arang Tempurung Kelapa, Supperplasticizer.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dunia terus berkembang kearah yang lebih maju menyebabkan pembangunan infrastruktur semakin meningkat. Hal ini dapat kita lihat dengan bertambahnya sarana yang dibangun disekitar kita. Beton merupakan salah satu material konstruksi yang sering digunakan.

Sebagai salah satu bahan dasar beton, kebutuhan akan semen semakin meningkat. Sebagai bahan perekat, jika dicampur dengan air, semen akan mengalami proses hidrasi, sehingga semen mampu mengikat bahan-bahan padat seperti agregat kasar dan agregat halus. Semen diproduksi dari bahan dasar kapur (CaCO), diamana ketika melewati

proses pembakaran akan melepaskan karbon yang mengalami oksidasi dan menghasilkan CO₂. Gas CO₂ ini yang kemudian akan dilepas secara bebas ke atmosfer yang kemudian dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.

Menurut beberapa penelitian yang telah dilakukan terdapat unsur-unsur pada abu arang tempurung kelapa yang hampir sama dengan semen. Karena itu, abu hasil pembakaran tempurung kelapa merupakan material yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan semen. Selain itu, penggunaan abu hasil pembakaran tempurung kelapa ini merupakan salah satu cara pemanfaatan limbah industri. Dalam penelitian ini, akan dilihat apakah abu arang tempurung kelapa dapat mereduksi seluruh penggunaan semen

atau hanya sekedar mereduksi sebagian jumlah semen yang akan digunakan.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan abu arang tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton dengan presentase 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen.

Batasan Penelitian

Untuk memperjelas dan menyederhanakan permasalahan maka dalam penelitian ini akan dibatasi pada keadaan berikut:

- 1) Penelitian dilakukan di Laboratorium Material Fakultas Teknik UNSRAT.
- 2) Material pembentuk beton :
 - a) Semen Portland Tipe I merek Tonasa.
 - b) Agregat kasar berasal dari Kinilow.
 - c) Agregat halus berasal dari Girian.
 - d) Abu arang tempurung kelapa berasal dari Tara-tara.
 - e) Abu arang tempurung yang digunakan sudah melalui pembakaran dan lolos ayakan 200.
 - f) Air yang digunakan berasal dari sumur bor Fakultas Teknik UNSRAT.
 - g) *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sikacim.
- 3) Metode perncanaan *mix design* digunakan metode modifikasi ACI 211.1-91.
- 4) Penggunaan abu arang tempurung kelapa sebagai substitusi parsial semen sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen.
- 5) Digunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
- 6) Metode perawatan benda uji dengan cara direndam pada bak perendaman.
- 7) Kuat tekan rencana ($f'c$) adalah 25 MPa.

- 8) Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari.

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh pemakaian abu arang tempurung kelapa sebagai substitusi parsial semen serta penggunaan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton.

Manfaat Penelitian

Dalam penulisan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai mutu dan kualitas beton pada umumnya, lebih khusus tentang pengaruh penggunaan abu arang tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton. Juga sebagai acuan perencanaan adukan beton dan tambahan ilmu bagi pengembangan penelitian dan penulisan selanjutnya khususnya untuk mengurangi penggunaan semen yang cukup besar.

LANDASAN TEORI

Menurut SNI 03-2847-2002, Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

Bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolik berupa serbuk ataupun cairan yang ditambahkan dalam campuran beton atau mortar yang ditambahkan sebelum ataupun saat proses pengadukan untuk merubah beberapa sifat beton. Menurut Tjokrodinuljo (1996), bahan tambah dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu:

1. *Chemical Admixtures* merupakan bahan tambah bersifat kimiawi yang dicampurkan pada adukan beton dalam keadaan segar maupun setelah mengeras, misalnya sifat pengerjaannya yang lebih mudah dan waktu pengikatan yang lebih lambat atau lebih cepat. *Superplasticizer* merupakan salah satu jenis *chemical admixtures* yang ditambahkan pada beton segar.
2. *Pozzolan (pozzolan)* yaitu bahan tambah yang berasal dari alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur

silikat dan aluminat yang reaktif. Pozzolan sendiri tidak mempunyai sifat semen, tetapi dalam keadaan halus bereaksi dengan kapur bebas dan menjadi suatu masa padat yang tidak larut dalam air.

3. Serat (*fiber*) merupakan bahan tambah yang berupa asbestos, gelas/kaca, plastic, baja atau serat tumbuh-tumbuhan (rami, ijuk). Penambahan serat ini dimaksudkan untuk meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan terhadap retak, meningkatkan daktilitas dan ketahanan beton terhadap beban kejut (*impact load*) sehingga dapat meningkatkan keawetan/durabilitas beton, misalnya pada perkerasan jalan raya atau lapangan udara, *spillway* serta pada bagian struktur beton yang tipis untuk mencegah timbulnya keretakan.

Abu arang tempurung kelapa merupakan hasil dari pengolahan limbah tempurung yang dibakar yang kemudian menjadi abu (Kristino, 2017). Oksida yang terbentuk dalam kalsinasi bahan baku semen Portland seperti kalsium oksida, silicon oksida, aluminium trioksida, dan oksida besi, juga ditemukan dalam abu arang tempurung kelapa.

Tabel 1. Senyawa Kimia Abu Arang Tempurung Kelapa

Senyawa Kimia	Abu Tempurung Kelapa (%)
SiO ₂	22,30
Fe ₂ O ₃	5,11
CaO	9,65
P ₂ O ₅	1,07
MgO	13,66
K ₃ O	42,6

Sumber: Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Sains FMIPA UNHAS

Superplasticizer merupakan salah satu dari golongan *chemical admixtures* yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi yang dimasukkan kedalam beton segar. Selain memudahkan dalam pengerjaan (*workability*), *superplasticizer* juga dapat meningkatkan mutu beton karena adanya pengurangan pemakaian air dengan begitu faktor air semen yang memegang peran penting dalam

kekuatan tekan beton menjadi lebih rendah sementara slump meningkat.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Dibandingkan dengan sifa-sifat lainnya, kuat tekan merupakan sifat beton yang terpenting dalam kualitas beton.

Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana :

f'c = kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Kekuatan tekan beton menurut standar ACI dinyatakan oleh tegangan tekan yang dicapai pada umur 28 hari pada pengujian tekan benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Hal ini disebabkan karena peningkatan kekuatan setelah umur tersebut relative kecil dibandingkan dengan peningkatan kekuatannya pada umur sebelum 28 hari.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Diawali dengan beberapa tahapan, yaitu studi pustaka dan dilanjutkan dengan penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Pemeriksaan sifat fisik material.
 - Gradasi agregat
 - Berat jenis dan absorpsi agregat
 - Berat volume agregat
 - Pemeriksaan kadar air agregat
 - Pemeriksaan abrasi/keausan agregat kasar
 - Kadar lumpur agregat halus
3. Perencanaan *Mix Design*.
4. *Trial Mix Design*.

5. Pembuatan benda uji beton dengan presentase AAT 0%, 5%, 10%, dan 15%.
6. Perawatan (*Curing*) 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
7. Pengujian kuat tekan beton.
8. Menganalisa data hasil pengujian.
9. Kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan karakteristik material, maka menurut ACI 211.1-91 untuk mencapai mutu beton 25 MPa digunakan FAS 0,53 (nilai FAS tersebut ditentukan dari beberapa kali trial mix design).

Tabel 2. Komposisi Campuran per m³

Bahan	Satuan	Komposisi			
		0%	5%	10%	15%
Semen	Kg	386.79	367.45	348.11	328.77
Air	Kg	202.51	202.51	202.51	202.51
Agregat Kasar	Kg	743.79	743.79	743.79	743.79
Agregat Halus	Kg	793.49	793.49	793.49	793.49
Abu Arang Tempurung	Kg	0.00	19.34	38.68	58.02
Superplasticizer	Kg	2.321	2.321	2.321	2.321

Pemeriksaan Nilai Slump

Untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) dari campuran beton maka dilakukan pemeriksaan nilai *Slump*. Pemeriksaan nilai *slump* merupakan salah satu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton.

Tabel 3. Nilai *Slump*

PRESENTASE AAT	NILAI SLUMP
	(cm)
0%	7.7
5%	8.4
10%	7.8
15%	7.7

Berdasarkan hasil nilai *slump* pada tabel 4.3 yang didapat pada setiap pengecoran campuran beton dengan atau tanpa abu arang tempurung, nilai *slump* bervariasi diantara 77-84 mm, dimana nilai *slump* tersebut masih berada dalam batas *slump* rencana (75-100 mm).

Pemeriksaan Berat Volume

Berat volume adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji).

Tabel 4. Berat Volume Rata-rata Benda Uji Silinder

Kode Sample	Rata-rata Berat Volume	Rata-rata Berat Volume
	Kg	(Kg/m ³)
AAT-0%	3.46269	2205.54
AAT-5%	3.48680	2220.89
AAT-10%	3.32160	2115.67
AAT-15%	3.33993	2127.34

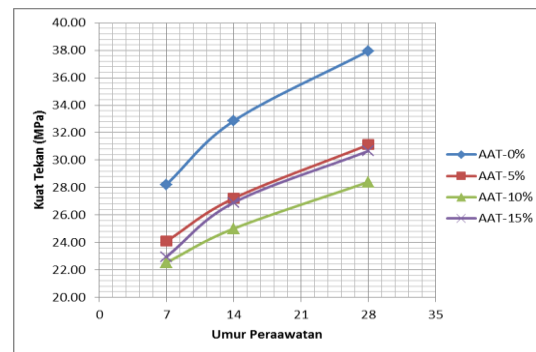
Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa berat volume beton pada umur 1 hari berada pada interval 2115-2220 kg.m³.

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan maksimal yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Rata-rata Beton

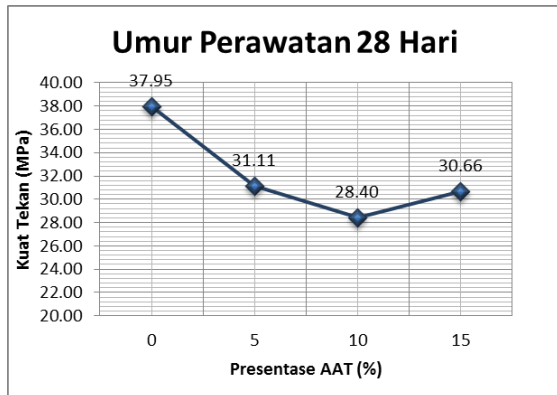
No	Konsentrasi Abu (%)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)		
		7	14	28
1	0	28.22	32.86	37.95
2	5	24.09	27.21	31.11
3	10	22.53	25.01	28.40
4	15	22.95	26.90	30.66



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Beton Dengan Presentase AAT Terhadap Umur Beton

Secara keseluruhan dari tabel dan grafik diatas menunjukkan bahwa kuat tekan beton yang diperoleh dari substitusi parsial abu arang tempurung 5% sampai dengan 15% masih berada dibawah kuat tekan beton tanpa substitusi abu arang tempurung pada semua umur beton. Hal ini disebabkan pengaruh substitusi parsial abu arang tempurung hanya terbatas pada kemampuan mereduksi sebagian berat semen. Nilai kuat tekan maksimum untuk kondisi beton dengan substitusi parsial abu arang tempurung dicapai pada presentase 5% dimana kuat tekannya berturut-turut sebesar 24,09 MPa, 27,21 MPa, dan 31,11 MPa.

Dari hasil kuat tekan yang diperoleh, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton yang didapat lebih tinggi dari nilai kuat tekan atau mutu beton rencana. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai kuat tekan atau mutu beton.



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Rata-rata pada Umur Perawatan 28 hari

Dari gambar 4.6, dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 28 hari mengalami penurunan pada beton dengan presentase abu arang tempurung 5% dan 10% dan 15% terhadap kuat tekan beton dengan presentase abu arang tempurung 0%. Kuat tekan maksimum pada beton dengan penggunaan abu arang tempurung sebagai substitusi parsial semen dicapai oleh beton dengan presentase abu arang tempurung 5% yaitu sebesar 31,11 MPa.

Tabel 6. Presentase kuat tekan beton rata-rata terhadap umur beton 28 hari

No	Konsentrasi Abu (%)	Kuat Tekan Rata-rata (%)		
		7	14	28
1	0	74.36%	86.57%	100%
2	5	77.41%	87.46%	100%
3	10	79.33%	88.05%	100%
4	15	74.85%	87.73%	100%

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa beton dengan presentase abu arang tempurung 10% mengalami peningkatan kuat tekan maksimum untuk mencapai kuat tekan pada beton dengan umur 28 hari. Dimana, kuat tekan beton dengan presentase abu arang tempurung 10% pada umur 7 hari dan 14 hari masing-masing mencapai 79,33% dan 88,05% dari kuat tekan beton pada umur 28 hari. Laju kenaikan kuat tekan tersebut merupakan kenaikan terbesar dibandingkan dengan variasi beton yang lain.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian serta pengolahan data yang telah dilakukan maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai kuat tekan beton dengan presentase AAT 5%, 10% dan 15% memiliki kuat tekan yang lebih rendah dari beton dengan presentase AAT 0% yaitu sebesar 14,63% - 25,16%. Penurunan kuat tekan ini diakibatkan oleh pengurangan semen.
2. Kuat tekan maksimum pada beton dengan penggunaan abu arang tempurung dicapai oleh beton dengan presentase abu arang tempurung 5%. Beton dengan presentasae abu arang tempurung 10% mengalami laju kenaikan kuat tekan terbesar untuk mencapai kuat tekan beton umur 28 hari dibandingkan dengan beton variasi lainnya.
3. Pengaruh substitusi parsial abu arang tempurung kelapa hanya terbatas pada kemampuan mereduksi sebagian berat semen. Hal ini dilihat dari hasil kuat tekan beton dengan penggunaan AAT 5%, 10% dan 15% memiliki nilai kuat tekan dibawah nilai kuat tekan beton dengan AAT 0%.
4. Penggunaan *superplasticizer* Sikacim pada campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan/mutu beton. Hal ini dapat dilihat dari

nilai kuat tekan beton dengan atau tanpa abu arang tempurung yang dicapai melebihi kuat tekan/mutu beton rencana 25 MPa.

5. Berat volume beton yang didapat 2122 – 2220,89 kg/m³ dan berdasarkan klasifikasi berat volume beton, berat volume beton ini dapat dikategorikan sebagai beton normal.
6. Beton yang direkomendasikan adalah beton dengan penggunaan AAT 15%. Selain kuat tekan yang dicapai melebihi kuat tekan rencana, beton variasi ini dapat mengurangi penggunaan semen sebesar 15% dari berat semen yang dibutuhkan.
7. Penggunaan abu arang tempurung kelapa sebagai pengganti semen hanya dapat diaplikasikan di laboratorium karena tidak ekonomis jika digunakan dalam jumlah yang besar.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Memperhatikan waktu pengecoran beton jika menggunakan jenis *superplasticizer* yang bersifat mempercepat pengerasan beton.
2. Memperhatikan proses pemadatan agar tidak terjadi pemadatan yang berlebihan yang dapat menyebabkan beton lemah.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan mengganti bahan tambah lainnya yang mengandung senyawa yang hampir sama dengan semen sebagai substitusi parsial semen. Juga dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis *superplasticizer* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adajar, Marry Ann, dkk. (2020). *Compressive Strength And Durability Of Concrete With Coconut Shell Ash as Cement Replacement*. Internatinal Journal Of Geomate. Filipina: De La Salle University.
- American Concrete Institute. (Reapproved 2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91)*. Detroit.
- American Society for Testing and Materials. (2003). *Standard Specification for Concrete Aggregates (ASTM C 33)*. Annual Book of ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (2003). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate (ASTM C 29)*. Annual Book of ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (2007). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coars Agregate (ASTM C 127)*. Annual Book of ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (2007). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Agregate (ASTM C 128)*. Annual Book of ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (2011). *Standard Test Method for Organic Impurities In Fine Aggregates For Concrete (ASTM C 40)*. Annual Book of ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (2006). *Standard Test Method for Resistance to Degradation of small-size Coarse Agregates by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine (ASTM C 131)*. Annual Book of ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (2006). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Agregates (ASTM C 136)*. Annual Book of ASTM Standards.

- American Society for Testing and Materials. (2015). *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete (ASTM C 143)*. Annual Book of ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (1997). *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Agregate by Drying (ASTM C 566)*. Annual Book of ASTM Standards.
- Ashokkumar, P, dkk. (2019). *An Experimental Study On Strength of Concrete by Using Partial Replacement of Cement with Coconut Shell Ash and Coarse Aggregate with Coconut Shell*. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung Beta Version (SNI 03-2847-2002)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan (SNI 03-1974-1990)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Gummadi, C. (2016). *Experimental Investigation on Partial Replacement of Cement with Coconut Shell Ash and Silica Fume in Concrete*. Journal of Advances in Science and Technology.
- Kristino, Febrian Y. (2017). *Studi Pengaruh Kadar Abu Terbang Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Beton Sebagai Substitusi Semen*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Mulyono, T. (2015). *Teknologi Beton: Dari Teori ke Praktek*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Murdock, L. J., Brook, K. M. (1986). *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko. Jakarta: Erlangga.
- PUBI. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.

Halaman ini sengaja dikosongkan