

## Penggunaan Variasi Abu Terbang dan *Superplasticizer* Dalam Pembuatan Beton Ringan Struktur

I.G.A. Neny Purnawirati\*, Fransiska Moi

Politeknik Negeri Bali

\*Correspondence email: nenypurnawirati@pnb.ac.id, inmoi1909@pnb.ac.id

**Abstrak.** Penelitian beton ringan dengan pemanfaatan abu terbang sebagai pengganti sebagian semen Portland tipe I dilaksanakan dengan variasi penggantian semen Portland dengan abu terbang mulai dari 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku mekanik beton ringan meliputi : kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan. Perbandingan berat semen : pasir : batu apung yang digunakan adalah 1,00 : 3,07 : 1,14 dengan fas 0,32 mengacu pada SNI 03-3449-2002 dengan kuat tekan rencana 18 MPa. Penelitian ini menggunakan *superplasticizer* sebesar 0,4% dari berat semen yang ditambahkan pada saat pengadukan beton. Penelitian menunjukkan kuat tekan meningkat dengan bertambahnya penggantian semen dengan abu terbang sampai dengan 20% dan selanjutnya menurun. Penggantian 40% semen Portland dengan abu terbang masih dihasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa abu terbang. Nilai kuat tekan dan modulus elastisitas yang dihasilkan pada penggantian 20% semen dengan abu terbang berturut-turut sebesar 14,34 MPa dan 10766,71 MPa pada umur 28 hari dan 18,12 MPa dan 11006,56 MPa pada umur 56 hari.

**Kata Kunci:** Beton ringan, abu terbang, kuat tekan, modulus elastisitas

### PENDAHULUAN

Beton ringan dikembangkan sebagai salah satu upaya untuk mengurangi kelemahan beton, yaitu berat jenis yang sangat tinggi sehingga beban mati yang dipikul pada suatu bangunan akan menjadi sangat besar. Beton ringan memiliki kemampuan struktural bila kuat tekannya minimal 17,24 MPa dan berat isi kurang dari 1850 kg/m<sup>3</sup> (SNI 03-3449-2002). Beton ringan didapat dengan menggunakan agregat kasar dengan berat jenis yang ringan. Salah satu agregat kasar yang dapat digunakan untuk beton ringan adalah batu apung. Batu apung digunakan sebagai bahan berporous sehingga dapat dimanfaatkan sebagai *water carrier* pada campuran mortar beton ringan sehingga menghasilkan kuat tekan yang baik (Haryanto, 2013). Batu apung sangat ringan dan mempunyai berat isi antara 500-900 kg/m<sup>3</sup>. Oleh karena itu, material tersebut banyak dijadikan agregat kasar dalam campuran beton ringan. Air pada pembuatan adukan beton digunakan untuk bereaksi dengan semen sehingga menghasilkan proses hidrasi. Jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi tersebut sekitar 25% - 30% dari berat semen. Selain itu air berfungsi untuk mempermudah sifat pengerjaan beton atau meningkatkan *workability* beton. Istilah yang digunakan untuk menyatakan perbandingan berat air dengan berat semen dalam campuran beton disebut dengan faktor air semen (fas). Dalam pembuatan beton, untuk menghasilkan kuat tekan yang tinggi diperlukan fas yang rendah. Penggunaan nilai fas yang rendah, menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan sehingga pematatannya menjadi tidak maksimal dan mengakibatkan beton menjadi keropos. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dipergunakan *superplasticizer* yang sifatnya meningkatkan *workability*. Pozzolan merupakan bahan mineral yang mengandung silika dan alumina, yang jika dihaluskan akan setara dengan butiran semen dan bila dicampur dengan air pada temperatur normal akan bereaksi dengan kapur untuk membentuk senyawa Calsium Silikat Hidrat (C-S-H) dan Calsium Aluminium Hidrat (C-A-H), sejenis senyawa yang dihasilkan pada proses hidrasi semen (Salain dkk, 2011). Salah satu jenis pozzolan adalah abu terbang yang merupakan hasil residu dari pembakaran batu bara. Abu terbang memiliki sifat butiran yang halus, mengandung silika dan alumina, dan bersifat pozzolanik. Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian tentang beton ringan dengan menggunakan agregat batu apung serta abu terbang sebagai pengganti sebagian semen Portland dan *superplasticizer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan penggunaan abu terbang sebagai pengganti sebagian semen dan *superplasticizer* dapat meningkatkan sifat mekanik beton ringan.

### METODE

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan untuk campuran beton ringan yang terdiri dari semen, abu terbang, batu apung, pasir, air, *superplasticizer*. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I, abu terbang yang digunakan berasal dari PLTU Muara Enim-Palembang-Sumatera Selatan. Kadar oksida semen Portland dan abu terbang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Properti kimia semen Portland dan abu terbang

Oksida	Semen Portland	Abu terbang
SiO <sub>2</sub>	26,19 %	61,94 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,32 %	5,64 %

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,75 %	6,88 %
SO <sub>3</sub>	1,77 %	1,77 %
CaO	59,92%	9,55 %

Sumber : Data laboratorium (2020)

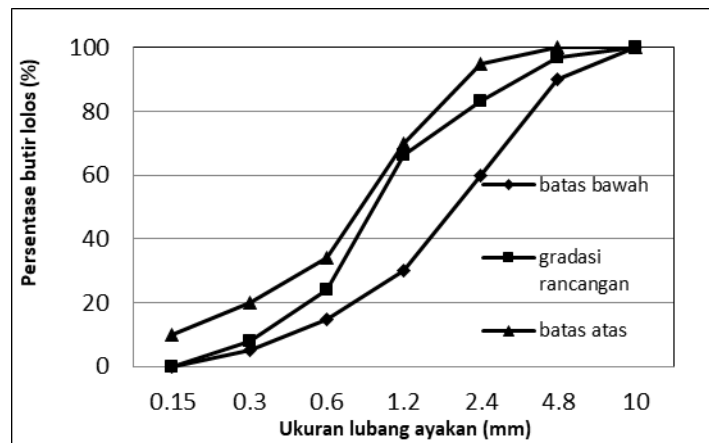
Batu apung yang digunakan berasal dari desa Ijo Balit-Lombok Timur-NTB, pasir berasal dari Karangasem-Bali. Untuk properti fisik pasir dan batu apung ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Properti fisik pasir dan batu apung

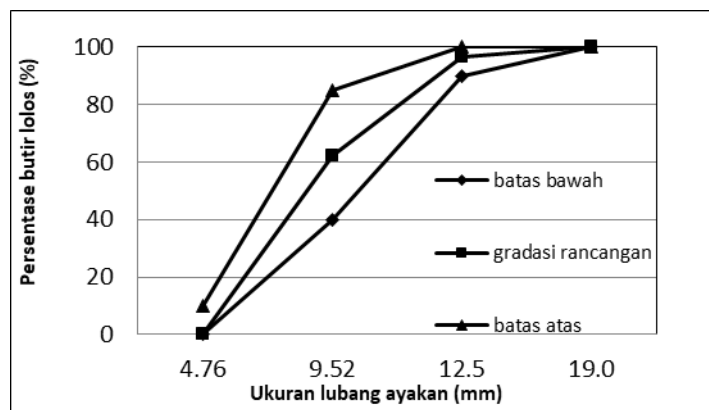
Sifat fisik	Pasir	Batu Apung
Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> )	1,62	0,52
Berat Jenis SSD	2,27	1,11
Penyerapan Air (%)	5,53	31,07
Kadar Lumpur (%)	2,85	-
Kadar Air (%)	4,08	4,23
Kekerasan dengan Los Angeles (%)	-	40,77

Sumber : Data laboratorium (2020)

Perbandingan berat semen : pasir : batu apung yang digunakan adalah 1,00 : 3,07 : 1,14 dengan nilai fas 0,32 mengacu pada SNI 03-3449-2002 dengan kuat tekan rencana 18 MPa. Penelitian ini menggunakan *superplasticizer* sebesar 0,4% dari berat semen yang ditambahkan pada saat pengadukan beton. Distribusi butiran pasir dan batu apung dirancang menurut SNI 03-2834-2000, yaitu gradasi zone 1 untuk pasir dan gradasi diameter maksimum 12,5 mm untuk batu apung. Gradasi pasir dan batu apung rancangan tersebut ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.



**Gambar 1.** Gradasi rancangan pasir



**Gambar 2.** Gradasi rancangan batu apung

Pencampuran benda uji dilakukan dengan menggunakan *mixer* dan setelah itu, dimasukkan ke dalam cetakan benda uji silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Benda uji yang telah dicetak dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam, kemudian dilakukan perawatan dengan karung goni basah sampai dengan umur uji 28 hari dan 56 hari.

Lima jenis variasi beton ringan dibuat dengan menggunakan perekat campuran semen Portland dan abu terbang, seperti diperlihatkan pada Tabel 3 (FA = *Fly ash* (abu terbang) dan SP = *Superplasticizer*).

**Tabel 3.** Variasi beton ringan dengan campuran semen Portland dan abu terbang

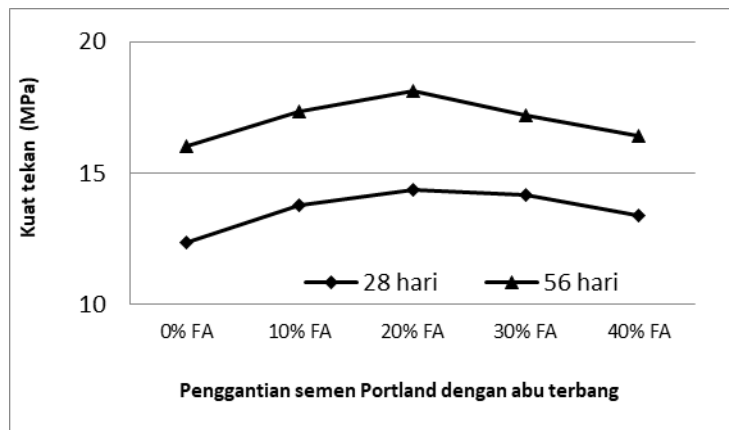
Kode	Variasi beton	28 hari	56 hari
BR 1	0% FA+100 %	6	6
BR 2	10% FA + 90% SP	6	6
BR 3	20% FA + 80% SP	6	6
BR 4	30% FA + 70% SP	6	6
BR 5	40% FA + 60% SP	6	6

Sumber : Data laboratorium (2020)

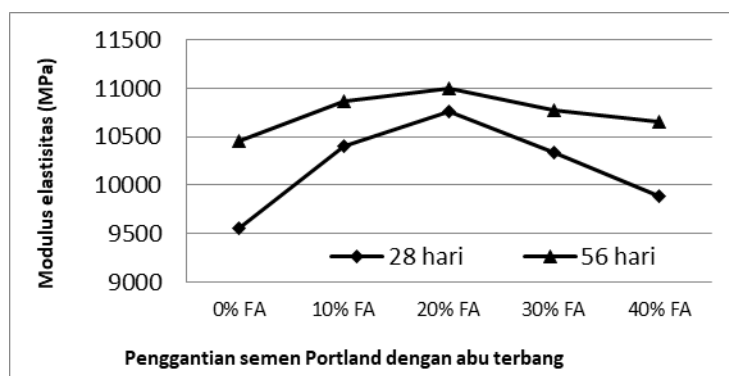
Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan dengan kapasitas 2000 KN dan perhitungannya mengacu pada SNI 03-6429-2000. Pengujian modulus elastisitas dilakukan secara simultan dengan pengujian kuat tekan. Dari data perpendekan beton dapat dihitung regangan beton yang terjadi pada suatu tegangan tertentu. Nilai modulus elastisitas masing-masing benda uji dihitung dengan mengacu pada ASTM C-469.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan pada umur 28 hari dan 56 hari, ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3.** Kuat tekan beton ringan



**Gambar 4.** Modulus elastisitas beton ringan

Dari Gambar 3 terlihat bahwa, kuat tekan beton ringan mengalami peningkatan dengan bertambahnya penggantian semen Portland dengan abu terbang. Peningkatan terjadi hingga penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang. Penggantian semen Portland dengan abu terbang di atas 20%, menyebabkan kuat tekan beton ringan mengalami penurunan terhadap kuat tekan dengan penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang. Namun demikian kuat tekan yang dihasilkan pada penggantian abu terbang dengan semen Portland di atas 20% masih lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa abu terbang, baik pada umur 28 hari dan 56 hari. Kuat tekan beton ringan cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton, baik yang menggunakan abu terbang maupun tanpa abu terbang. Beton dengan umur 56 hari lebih tinggi nilai kuat tekannya dibandingkan dengan beton

umur 28 hari. Kuat tekan yang dihasilkan pada penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang adalah 14,34 MPa, sedangkan beton yang tanpa abu terbang adalah 12,36 MPa pada umur 28 hari. Pada umur 56 hari, kuat tekan yang dihasilkan pada penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang adalah 18,12 MPa, sedangkan beton yang tanpa abu terbang adalah 16,04 MPa. Gejala yang sama juga dapat terlihat pada nilai modulus elastisitas, seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Terlihat bahwa bertambahnya penggantian semen Portland dengan abu terbang mengakibatkan modulus elastisitas meningkat hingga 20% penggantian semen Portland dengan abu terbang. Penggantian di atas 20% abu terbang, menyebabkan modulus elastisitas menurun terhadap modulus elastisitas dengan penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang, namun modulus elastisitas yang dihasilkan masih lebih tinggi dibandingkan dengan modulus elastisitas beton tanpa abu terbang. Modulus elastisitas mengalami peningkatan dengan bertambahnya umur beton, sehingga modulus elastisitas beton pada umur 56 hari lebih tinggi dibandingkan dengan modulus elastisitas beton pada umur 28 hari. Modulus elastisitas yang dihasilkan pada penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang adalah 10766,71 MPa, sedangkan beton tanpa abu terbang adalah 9549,22 MPa pada umur 28 hari. Pada umur 56 hari, modulus elastisitas yang dihasilkan pada penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang adalah 11006,56 MPa, sedangkan beton yang tanpa abu terbang adalah 10459,55 MPa.

### **Pembahasan**

Abu terbang yang digunakan dalam penelitian ini, mampu meningkatkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan dengan tanpa abu terbang. Hal ini dapat terjadi sebagai akibat dari alumina dan silica aktif (kandungan senyawa kimia dalam abu terbang) yang bereaksi dengan kapur bebas hasil hidrasi semen membentuk Calsium Silikat Hidrat (C-S-H) dan Calsium Aluminat Hidrat (C-A-H) (Reaksi pozolanik). C-S-H dan C-A-H tambahan dari reaksi pozolanik meningkatkan properti mekanik pada beton itu sendiri (Salain, 2007). Penurunan kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan dengan penggantian di atas 20% semen Portland dengan abu terbang, disebabkan karena jumlah alumina dan silica aktif dalam abu terbang telah melampaui jumlah kapur bebas yang tersedia. Dalam penelitian ini, penggunaan 0,4% *superplasticizer* hanya memberikan peningkatan terhadap nilai slump, tetapi tidak diikuti dengan peningkatan kuat tekan dan modulus elastisitas.

Penggunaan *superplasticizer* pada persentase yang besar hanya akan memberikan workabilitas yang baik. *Superplasticizer* akan memberikan peningkatan kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton, jika digunakan dengan kadar tertentu. Berdasarkan data uji di laboratorium, *superplasticizer* mengandung kurang lebih 70% air, sehingga jika digunakan dalam kadar berlebih akan meningkatkan workabilitas namun menurunkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan.

Kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan meningkat dari umur 28 hari ke umur 56 hari, pada beton dengan maupun tanpa penggantian abu terbang (0% abu terbang). Hal ini terjadi karena semen, abu terbang, dan air yang saling bereaksi memerlukan waktu lebih lama untuk menghasilkan produk hidrasi semen. Nilai kuat tekan maksimum dan modulus elastisitas maksimum terdapat pada beton dengan penggantian 20% abu terbang yaitu berturut-turut 18,12 MPa dan 11006,56 MPa pada umur 56 hari. Hasil penelitian sejenis dengan menggunakan abu terbang sebagai pengganti sebagian semen Portland, yang dilakukan oleh (Nofrisal, 2020) dimana hasil penelitian dengan menggunakan abu terbang 15%, 25%, dan 40% lebih rendah bila dibandingkan dengan kuat tekan mortar tanpa fly ash pada umur 7 hari. Hal ini disebabkan karena perilaku abu terbang dalam reaksi hidrasi berjalan lambat. Sedangkan pada umur 28 hari, kuat tekan mortar dengan fly ash 10% dan 15% lebih tinggi dibandingkan dengan mortar tanpa abu terbang.

### **SIMPULAN**

Kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan mengalami peningkatan hingga penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang. Penggantian di atas 20% semen Portland dengan abu terbang, menurunkan kuat tekan dan modulus elastisitas, namun nilai yang dihasilkan masih lebih tinggi dibandingkan dengan beton ringan tanpa abu terbang. Kuat tekan dan modulus elastisitas maksimum terdapat pada penggantian 20% semen Portland dengan abu terbang pada umur 56 hari, yakni sebesar berturut-turut 18,12 MPa dan 11006,56 MPa. Penggunaan *superplasticizer* perlu diperhatikan, untuk menghindari penurunan kuat tekan dan perlu dilakukan penelitian terhadap penggantian semen portland dengan abu terbang antara 10% - 20%.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. (2002). *SNI 03-3449-2002.Tata Cara Perancangan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Haryanto. I. (2013). *Pembuatan dan Sifat Sifat Teknis Self Healing/Sustaining Road Pavements Materials Berbasis Bahan Lokal dan Limbah*

- Salain, I.M.A.K., Giri, I.B.D., Saraswati, M.A.A. (2011). *Pemanfaatan Abu Terbang Dalam Jumlah Besar Pada Pembuatan Beton*. Prosiding Seminar Nasional AvoER ke 3.Palembang 26-27 Oktober 2011.
- Saputra, A.I. (2010). “*Pengaruh Jumlah Sambungan Terhadap Kapasitas Kolom Pracetak Beton Ringan dari Batu Apung*” (tugas akhir). Unram, Mataram.
- Nofrisal (2020). “Pengaruh abu terbang (fly ash) PLTU Sekayan sebagai substitusi pengganti sebagian semen pada kuat tekan mortar. Jurnal Borneo Saintek