
Pengaruh Penambahan Fly Ash Limbah Produksi PLTU Jeranjang sebagai Agregat Halus pada Beton Normal Dilihat dari Nilai Kuat Tekan

The Effect of PLTU Jeranjang Production Waste Fly Ash Addition as Fine Aggregate on Normal Concrete based on Compressive Strength Value

Adek Zaranda¹, Hismi Susane², Wahyudin³, Hijriati Sholehah⁴

Dosen Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL) Mataram Progran Studi S1 Teknik Lingkungan
hismis28@gmail.com

Abstrak

Limbah produksi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeranjang berupa abu terbang batu bara (*Fly Ash*) apabila dibiarkan terus menerus menumpuk tanpa adanya pengelolaan akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif pengelolaan limbah fly ash yaitu dengan memanfaatkan limbah fly ash sebagai pengganti agregat halus (pasir) pada pembuatan beton. Dalam penelitian ini digunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 15x15x15 cm dengan jumlah benda uji berjumlah 24 buah, dengan persentase penambahan abu terbang fly ash sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Dilakukan perbandingan kuat tekan antara pemberian perawatan berupa perendaman dan tanpa pemberian perawatan. Perawatan perendaman diberikan selama 14 hari pada bak perendaman, dan setelah beton berumur 14 hari dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat mesin kuat tekan *Compression Testing Machine* (CTM). Dari hasil Penelitian, didapatkan kuat tekan beton dengan penambahan persentase abu terbang *fly ash* sebesar 25% lebih besar dibandingkan dengan yang lain, dengan nilai kuat tekan sebesar 15,31 Mpa. Dari dua perlakuan perawatan yang dilakukan, didapatkan hasil yaitu dengan perawatan perendaman menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi untuk setiap persentase abu terbang (*fly ash*).

Kata kunci : *fly ash*, beton, kuat tekan, perendaman.

Abstract

Jeranjang Steam Power Plant (PLTU) production waste in the form of coal fly ash if allowed to continue to accumulate without any treatment will cause environmental pollution. One of the alternatives to manage fly ash is to utilize fly ash as a substitute for fine aggregate (sand) in the concrete manufacture. This study used cube-shaped object test with dimensions 15x15x15 cm; the total number of object test were 24 pieces; the addition of fly ash percentage were 25%, 50%, 75%, and 100%. Comparison of compressive strength was done between concrete curing and non-concrete curing. Concrete Curing period was 14 days and after 14 days the compressive strength testing was done using Compression Testing Machine (CTM). Based on the research, the compressive strength of concrete with the addition of fly ash by 25% is greater than the others, with a compressive strength value of 15.31 MPa. Based on the treatments performed, the result is concrete curing produces the highest compressive strength value for each percentage of fly ash than non-concrete curing.

Keywords : *concrete, concrete curing, fly ash, compressive strength*

Pendahuluan

Dari berbagai sektor yang potensial seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia yang mengakibatkan meningkatnya kebutuhan terhadap sarana dan prasarana, seperti rumah, jalan, bangunan bahkan kebutuhan akan listrik. Hal ini membuat beton menjadi salah satu bahan konstruksi bangunan sipil yang banyak digunakan dan diterapkan secara luas oleh masyarakat. Beton adalah bahan yang diperoleh dari mencampurkan semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (koral atau batu pecah) dan air, yang mengeras menjadi benda padat (T.Gunawan, 2007). Setelah dicampur merata (warnanya seragam) menghasilkan suatu campuran yang plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang ke dalam cetakan, untuk membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan (Tjokrodinuljo, 1992). Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah.

Beton sederhana dipakai untuk pembuatan bagian bagian non structural misalnya perkerasan lantai, dinding bukan penambahan beban, dan sebagainya beton jenis ini kuat tekannya dibawah 10 MPa. Beton normal dipakai untuk struktur beton bertulang, bagian – bagian struktur penahan beban misalnya kolom, balok dinding yang menahan beban, dan sebagainya. Kuat tekan beton normal berkisar antara 15 MPa – 30 MPa. Khusus untuk struktur beton yang berada di daerah gempa, kuat tekannya minimum 20 MPa. Beton prategang untuk balok prategang, yaitu balok dengan baja tulangan yang ditarik (ditegangkan) dulu sebelum diberi beban. Kuat tekan beton ini berkisar antara 30 Mpa – 40 Mpa. Biasanya digunakan untuk balok jembatan dan balok gedung dengan bentang agak panjang (sekitar 35 meter), tiang pancang, dan sebagainya. Beton kuat tekan tinggi dan sangat tinggi dipakai pada struktur khusus, misalnya rel kereta api, tiang pancang, balok dan kolom pada gedung bertingkat

sangat banyak (Tjokrodinuljo, 1992). Adapun untuk jenis beton khusus selain beton normal, ditambahkan bahan tambah, tujuannya adalah untuk menghasilkan beton khusus yang lebih baik daripada beton normal (Tjokrodinuljo, 2012).

Demi menambah kekuatan tekan beton, perlu dilakukan perawatan. Perawatan beton dengan direndam merupakan cara yang biasa dilakukan agar beton memiliki kelembaban yang tinggi dan pada saat pengujian menghasilkan kekuatan yang maksimal. Cara ini adalah cara yang baik untuk mencegah hilangnya kelembaban beton dan sangat efektif mempertahankan suhu di dalam beton agar tetap seragam. Temperatur merupakan faktor yang sangat penting dalam perkembangan kekuatan beton, suhu optimal agar terjadi reaksi hidrasi yang sempurna berkisar 10°-23°C, bahkan jika perawatan dilakukan dibawah suhu 10°C, maka tidak akan memberikan perkembangan kekuatan yang tinggi, bahkan jika perawatan dilakukan dititik beku maka tidak akan menghasilkan kekuatan sama sekali. (Denawi, 2009). Metode ini sering dipakai di laboratorium sebagai metode standar untuk perawatan beton. Air yang digunakan haruslah air yang bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak terhadap beton. Perawatan ini dilakukan dengan cara merendam benda uji beton di sebuah bak yang terisi dengan air bersih.

Dari kelebihan yang dimiliki beton tersebut, penggunaan beton juga memiliki kekurangan, salah satunya material yang digunakan relatif mahal dan apabila di suatu tempat lokasi asal material di tambang terus menerus maka akan terjadi masalah lingkungan yang lainnya, maka diperlukan alternatif lain untuk menghindari hal tersebut.

Perkembangan teknologi industri di Indonesia diikuti pula dengan permasalahan yang selalu muncul, yaitu masalah limbah. Sebagai contoh Pembangkit Listrik Tenaga

Uap (PLTU) Jeranjang yang menggunakan bahan bakar batu bara yang dimiliki oleh PT. PLN (Persero) Wilayah Nusa Tenggara Barat dan dioperasikan oleh PT. Indonesia Power dengan kapasitas 3 x 25 Mw, yang menghasilkan limbah abu terbang batu bara (Fly Ash) yang merupakan sisa bahan bakar batu bara pada PLTU dan akan terjadi pencemaran apabila dibiarkan terus menerus menumpuk tanpa ada alternatif pemanfaatan penggunaan. Namun apabila limbah produksi dapat dimanfaatkan, selain dapat mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan juga dapat menghasilkan keuntungan.

Adapun bahan alternatif yang dapat digunakan untuk memanfaatkan limbah

produksi (Fly Ash) PLTU adalah dengan menggunakan abu terbang (Fly Ash) sebagai pengganti agregat halus (pasir) pada pembuatan beton. Penggantian penggunaan pasir dapat mengurangi biaya pembuatan beton dan dapat mengurangi resiko akibat banyaknya penambangan pasir di sungai maupun di bukit.

Pada penelitian ini akan menguji pengaruh penambahan *fly ash* limbah batu bara dari PLTU Jeranjang sebagai agregat halus pada beton normal dilihat dari nilai kuat tekannya.

Kebutuhan bahan penyusun beton per 1 m³ dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton Kubus 15x15x15 cm per 1 m³

Kombinasi	f'c rencana (MPa)	Air (kg)	Fly Ash (kg)	Pasir (kg)	Agregat kasar (kg)	Semen (kg)
25 % FA	30	225	164,12	492,34	906,54	500
50 % FA		225	328,23	328,23	906,55	500
75 % FA		225	492,34	164,12	906,56	500
100 % FA		225	656,46	0	906,57	500

Kebutuhan Benda Uji

Dalam penelitian ini, dibuat benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm dengan kadar fly ash 25%, 50%, 75%, dan 100% untuk pengujian kuat tekan pada umur 14 hari dengan mengkondisikan benda uji pada dua keadaan perawatan yaitu; perawatan dengan perendaman dan tanpa perendaman.

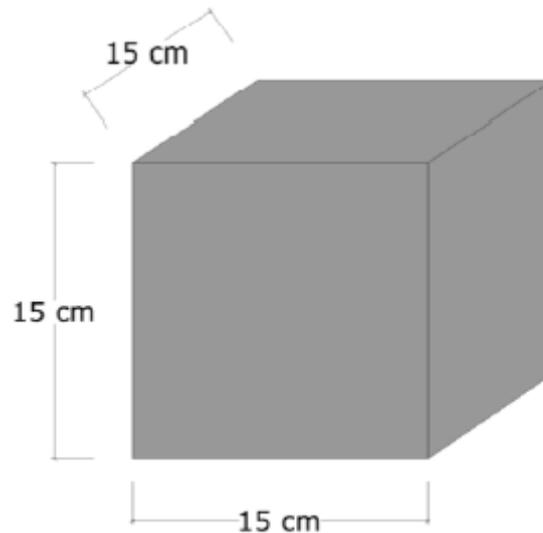
Adapun tahapan-tahapan dalam pembuatan benda uji yaitu:

1. Pengadaan material pasir, semen, batu apung, dan Fly Ash
2. Menyiapkan cetakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm.
3. Menyiapkan dan menimbang bahan yang dibutuhkan sesuai dengan yang telah ditentukan dalam perencanaan.

4. Setelah semua bahan ditimbang, melakukan pencampuran sesuai dengan proporsi yang sudah ditentukan.
5. Mengaduk hingga rata bahan-bahan penyusun beton yaitu; semen, batu pecah, pasir, dan Fly Ash.
6. Setelah tercampur rata, kemudian menambahkan air sesuai perbandingan berat.
7. Memasukkan bahan yang telah tercampur rata tersebut ke dalam cetakan sesuai dengan cetakan benda uji yang akan dibuat.
8. Meratakan permukaan cetakan setelah padat dan cetakan penuh.
9. Selanjutnya mengeringkan benda uji untuk proses pengerasan selama 24 jam untuk perawatan perendaman

10. Setelah itu mengeluarkan benda uji beton dari cetakan untuk perawatan

perendaman



Perawatan Benda Uji

Perawatan ini dilakukan setelah beton mengalami final setting, artinya beton telah mengeras. Curing atau perawatan beton mempunyai maksud untuk menjamin proses hidrasi semen agar dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai.

Pada penelitian ini, perawatan benda uji kubus umur 14 hari dilakukan dengan :

- a. Perawatan normal yaitu perawatan dengan cara merendam benda uji yang telah kering dan telah dikeluarkan dari cetakan di dalam bak perendaman dalam jangka waktu yang telah ditentukan.
- b. Tanpa perawatan setelah beton dikeluarkan dari cetakan beton di biarkan dalam jangka waktu yang sudah ditentukan Untuk menjamin proses hidrasi semen agar dapat berlangsung dengan sempurna maka dilakukan perawatan pada benda uji,

yaitu perawatan dengan cara perendaman. Sebanyak 12 buah benda uji direndam dalam bak perendam berisi air selama 14 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah beton dirawat dan telah berumur 14 hari maka dilakukan pengujian kuat tekan beton untuk mengetahui kekuatan dari benda uji. Nilai Kuat tekan beton dapat diuji dengan melakukan pengujian menggunakan alat mesin kuat tekan Compression Testing Machine (CTM), dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa kubus berukuran 15×15×15 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin CTM hingga pecah, beban tekan maksimum pada saat pengujian dibagi luas penampang dari benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam satuan MPa atau kg/cm².



Gambar 2. Alat *Compression Testing Machine* (CTM)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton dengan benda uji kubus 15x15x15 cm dilakukan setelah benda uji beton. Pengujian menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM), hasil yang digunakan untuk menentukan kuat tekan benda uji yaitu dengan pemberian beban maksimum berupa gaya tekan yang menyebabkan benda uji menjadi hancur kemudian dibagi luas bidang tekan benda uji.

Setelah didapatkan hasil kuat tekan rata-rata dari dimensi kubus 15x15x15 cm, kemudian dikonversi dengan dimensi benda uji standar yang dipakai dalam pengujian kuat tekan beton

yaitu benda uji silinder dimensi 15 cm x 30 cm.

Pengaruh Jumlah Penambahan *Fly Ash*

Setelah beton berumur 14 hari maka dilakukan pengujian terhadap kuat tekannya dengan menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*) dari hasil pengujian didapat nilai kuat tekan beton normal, kemudian dapat diketahui perbandingan kekuatan tekan pada tiap jenis perlakuan dengan variasi penambahan *fly ash* batu bara sebagai pengganti agregat halus.

Melalui hasil pengujian kuat tekan beton, dapat diketahui kekuatan tekan beton dengan penambahan limbah batu bara *fly ash*. Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata dapat dilihat pada tabel 2.

Kadar <i>Fly Ash</i> (FA)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa)	Kuat Tekan Beton Normal yang disyaratkan (Mpa)	Tujuan
25% FA	15.3	15 - 30	Beton Normal (struktural)
50% FA	13.2	Sampai 15	Beton Sederhana (Non-Struktural)
75% FA	5.6	Sampai 15	Beton Sederhana (Non-Struktural)
100% FA	4.9	Sampai 15	Beton Sederhana (Non-Struktural)

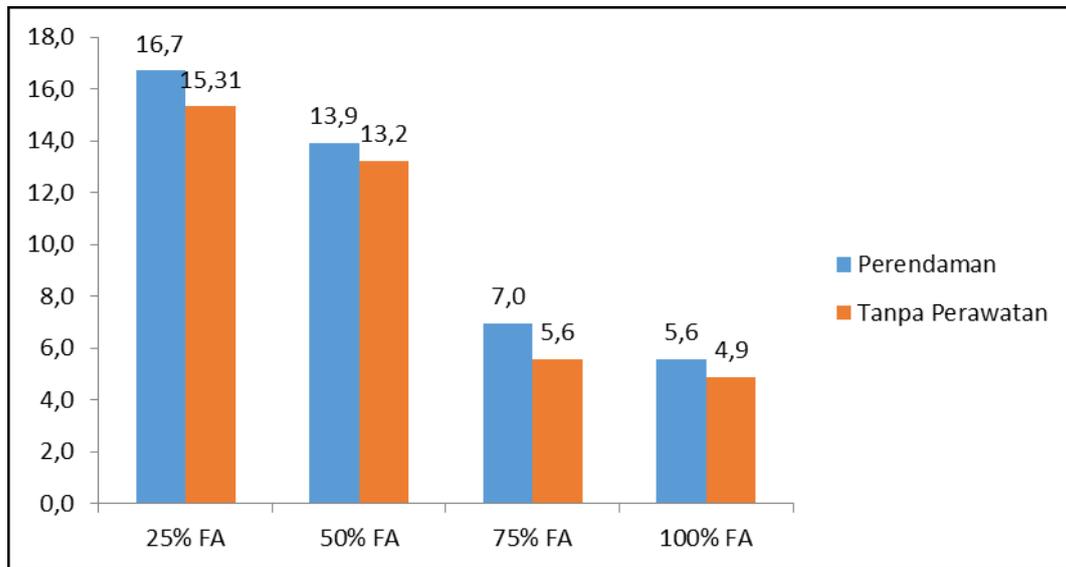
Tabel 2. Kuat Tekan Beton Normal Rata-Rata

Dari tabel diatas dapat diketahui beton normal dengan variasi penggantian pasir dengan *fly ash* sejumlah 25% dan pasir 75% menghasilkan nilai kuat tekan yang disyaratkan untuk beton normal yaitu 15,3 MPa dalam rentan 15 Mpa – 30 MPa, maka beton jenis ini dengan penggantian 25% dari berat agregat halus dengan *fly ash* menghasilkan beton yang dapat digunakan sebagai beton struktur untuk beton bertulang, bagian – bagian struktur penahan beban misalnya kolom, balok dinding yang menahan beban, dan sebagainya. Namun penggunaan *fly ash* yang berlebih dapat menurunkan nilai kuat tekannya hal ini dapat dibuktikan dengan melihat pada tabel 2. Semakin banyak jumlah

fly ash yang digunakan maka semakin rendah nilai kuat tekan yang didapat hal ini menunjukkan bahwa beton dengan kadar *fly ash* lebih banyak dapat mengurangi kekuatan beton.

Pengaruh Pemberian Perawatan

Dari hasil nilai kuat tekan beton normal yang telah diperoleh sebelumnya, dapat diketahui perbandingan kekuatan tekan pada tiap jenis perlakuan dengan variasi perawatan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Perbandingan kuat tekan beton dengan perendaman dan tanpa perendaman untuk masing-masing jumlah kadar penambahan *fly ash*

Kuat tekan beton dengan pemberian perawatan menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dari pada beton tanpa pemberian perawatan. Nilai kuat tekan tertinggi untuk masing-masing perlakuan adalah pada jenis perawatan perendaman dengan kadar *fly ash* 25% yaitu sebesar 16.7 MPa (55.6 % dari kuat tekan rencana). Hal ini dikarenakan perawatan perendaman dapat memberikan kuat tekan akhir yang tinggi pada beton. Pemberian perawatan kepada beton dilakukan secara terus menerus sehingga beton terhidrasi dengan sempurna dan menjaga kehilangan air berlebih pada beton. Sedangkan beton tanpa perlakuan dengan kadar *fly ash* yang sama didapatkan kuat tekan sebesar 15.31 MPa lebih rendah dari pada beton dengan perlakuan perendaman. Beton tanpa perawatan akan mengalami proses penguapan air dari permukaan beton yang masih segar dikarenakan oleh udara panas dan tiupan angin, sehingga beton segar kekurangan air untuk hidrasi yang dapat menimbulkan retak-retak pada permukaan beton dan mengurangi kuat tekan beton itu sendiri.

Kuat tekan beton yang diperoleh pada penelitian ini tidak mencapai kuat target rencana, hal ini dapat disebabkan oleh agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai permukaan yang halus, sehingga menyebabkan lemahnya ikatan antara pasta semen dengan agregat kasar tersebut. Selain itu, disebabkan juga karena jenis *fly ash* yang digunakan adalah jenis *fly ash* yang mengandung lebih banyak *filler* (debu agregat halus yang ukurannya lebih kecil dari 0.075 mm atau lolos saringan no.200) sehingga hal ini dapat mengurangi nilai kuat tekan beton. Namun, penggunaan *fly ash* dalam campuran beton dapat memudahkan proses pembuatan beton pada saat pencampuran/pengadukan bahan-bahan beton.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, beton dengan campuran ini tidak dapat di gunakan sebagai beton struktural (beton yang menerima beban besar) tetapi beton jenis ini dapat digunakan untuk konstruksi non-struktural seperti pembuatan paving block, batako, plesteran/mortar, rabat pejalan kaki,

dan lain sebagainya yang tidak menerima beban terlalu besar.

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian terhadap kuat tekan beton dapat diambil kesimpulan bahwa kekuatan maksimum pada beton normal, untuk umur beton 14 hari, terdapat pada persentase abu terbang (fly ash) sebanyak 25% yaitu sebesar 15.31 Mpa dan nilai kuat tekan terendah terdapat pada persentase abu terbang (fly ash) sebanyak 100% yaitu sebesar 4.9 Mpa, maka semakin banyak kadar fly ash maka nilai kuat tekan beton akan semakin menurun. Hasil kuat tekan beton normal pada dua perlakuan perawatan yang dilakukan, dapat dilihat bahwa dengan perawatan perendaman menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi untuk setiap persentase abu terbang (fly ash). Ini terjadi karena dengan perawatan perendaman kelembaban permukaan beton terjaga di dalam beton segar.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

Amri,S.,2005, Teknologi Beton A-Z, Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta.

Hermasnyah M. Fajar, 2008 ,Pembuatan dan Karakteristik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Abu Tebang dengan Abu dasar Sebagai Agregat Halus, Universitas Indonesia, Depok.

Mulyono, T., 2004, Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta. SNI 03-2847-2002., Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

Putra,Riyadi Rizkiya, 2018, Kuat Tekan Beton Ringan dan Beton Normal Pada Perawatan Steam dan perendaman, Universitas Mataram, Mataram.

Samekto Wuryati,dkk., 2001, Teknologi Beton, Kansius, Yogyakarta

SNI 03-3449-2002., Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan, Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-2834-2000., Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standardisasi Nasional.

Tjokrodinuljo, K., 2012, Teknologi Beton, Biro Penerbit, Yogyakarta.

Triwidinata, sholahuddin,2017 ,Pengaruh Bottom ASH Sebagai Bahan PenggantiSejumlah Pasir Terhadap Kuat tekan, Kuat Tarik lentur,dan Modulus Elastisitas Pada Beton Mutu Tinggi, Universitas Lampung, Lampung.