

Pengaruh Penggunaan Fly Ash Pada Beton Mutu Moderat (K-300)

Tranggono¹

Fakultas Teknik, Universitas Yos Soedarso; tranggono@uniyos.ac.id

Fariz Pratama²

Fakultas Teknik, Universitas Yos Soedarso

ABSTRACT

Various research and experiments in the field of concrete are carried out as an effort to improve the quality of concrete, material technology and implementation techniques obtained from the results of research and experiments intended to answer the increasingly high demands on the use of concrete and overcome the obstacles that often occur in the implementation of work in the field.

The purpose of this study was to obtain a compressive strength of moderate quality concrete and to determine the extent of the effect of cement replacement with Fly Ash on the compressive strength of concrete quality. The composition of cement replacement with fly ash is 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% of the weight of cement and the cement water factor is determined the same in all variations of the mixture. The sample used was cylindrical (15 cm x 30 cm), the planned concrete quality was 25 MPa at 28 days. Samples were tested at ages 7, 14, and 28 days, with care being taken before testing. The number of samples was 54 samples, consisting of 6 variations and 9 variations each. From the research it was found that the highest concrete compressive strength was found in the mixture of concrete with cement replacement with Fly Ash 10%, which was 27.34 MPa and the lowest concrete compressive strength was found in concrete mixture with Fly Ash 50%, which was 23.18 MPa. The effect of Fly Ash in low quality concrete is that the smooth Fly Ash granules make the concrete more dense because the cavities between the aggregate grains are filled by Fly Ash, so as to minimize the existing pores and utilize the pozzolanic properties of Fly Ash. Besides the use of Fly Ash with certain doses proven to increase the strength of concrete.

Keywords: Concrete; Compressive Strength; and Fly Ash.

ABSTRAK

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kuat tekan beton mutu moderat dan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggantian semen dengan *Fly Ash* terhadap mutu kuat tekan beton. Komposisi penggantian semen dengan abu terbang (*Fly Ash*) sebanyak 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari berat semen dan faktor air semen ditentukan sama pada semua variasi campuran. Sampel yang digunakan adalah berbentuk cylinder (15 cm x 30 cm), mutu beton yang direncanakan 25 MPa pada umur 28 hari. Sampel diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari, dengan terlebih dahulu dilakukan perawatan sebelum pengujian. Jumlah sampel sebanyak 54 sampel, terdiri dari 6 variasi dan masing-masing variasi sebanyak 9 sampel. Dari penelitian diperoleh bahwa kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada campuran beton penggantian semen dengan *Fly Ash* 10%, yaitu sebesar 27,34 MPa dan kuat tekan beton yang terendah terdapat pada campuran beton dengan *Fly Ash* 50%, yaitu sebesar 23,18 MPa. Pengaruh *Fly Ash* dalam beton mutu rendah adalah butiran *Fly Ash* yang halus membuat beton lebih padat karena rongga antara butiran agregat diisi oleh *Fly Ash*, sehingga dapat memperkecil pori-pori yang ada dan memanfaatkan sifat pozzolan dari *Fly Ash*. Selain itu penggunaan *Fly Ash* dengan takaran tertentu terbukti dapat meningkatkan kekuatan beton.

Kata Kunci : Beton; Kuat Tekan; dan *Fly Ash*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan rekayasa teknologi semakin maju di segala bidang, salah satunya di bidang konstruksi. Beton merupakan material konstruksi yang paling sering di pakai dan diminati karena merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan konstruksi lainnya. Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air yang kemudian mengeras membentuk benda padat.

Pemilihan bahan-bahan dalam pembuatan beton sangat penting untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan sesuai dengan kegunaan beton itu sendiri dan tentunya dengan biaya seekonomis mungkin. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk campuran beton adalah dengan memanfaatkan ampas batubara yang sangat menumpuk yaitu *fly ash*. *Fly ash* adalah limbah industri yang dihasilkan dari pembakaran batubara dan terdiri dari partikel yang halus.

Penggunaan batubara sebagai sumber energi akan menghasilkan abu yaitu berupa abu terbang (*fly ash*) maupun abu dasar (*bottom ash*). Kandungan abu terbang sebesar 84 % dari total abu batubara. Produksi abu terbang batubara dunia yang diperkirakan tidak kurang dari 500 juta ton per tahun dan ini diperkirakan akan bertambah. Hanya 15 % dari produksi abu terbang yang digunakan. Sisa dari abu layang cenderung sebagai reklamasi (Tanaka dkk., 2002).

Indonesia merupakan Negara penghasil batubara terbesar ke-5 di dunia setelah India dengan jumlah cadangan batubara yang besar pula. Produksi batubara secara nasional sampai tahun 2016 mencapai 461 juta ton dan diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya. (APBI,2016). Berdasarkan data statistik yang dikeluarkan oleh Badan Geologi, Kementerian ESDM tahun 2009, total sumberdaya batubara yang dimiliki Indonesia mencapai 104,94 Milyar ton dengan total cadangan sebesar 21,13 Milyar ton yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia.

Sehubungan dengan meningkatnya jumlah pembangunan PLTU berbahan bakar batubara di Indonesia, maka jumlah limbah abu terbang juga akan meningkat yaitu jumlah limbah PLTU pada tahun 2000 sebanyak 1,66 juta ton, sedangkan pada tahun 2006 diperkirakan akan mencapai sekitar 2 juta ton. Khusus untuk limbah abu dari PLTU Paiton, sejak tahun 2000 hingga tahun 2006, diperkirakan ada akumulasi jumlah abu sebanyak 219.000 ton/tahun.

Hal ini dapat menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap lingkungan. Oleh karena itu masalah abu layang batubara harus segera diselesaikan agar tidak terjadi penumpukan dalam jumlah yang besar baik di Indonesia maupun di dunia. Salah satu alternatif untuk memanfaatkan abu layang batubara adalah dengan mengubah abu layang tersebut menjadi campuran beton. Sehingga perlu dilakukan pengujian kuat tekan beton, yang dibuat dengan komposisi *fly ash* sebagai bahan tambahan. Dengan dilakukan variasi dari komposisi tersebut, maka dapat diketahui apakah dengan melakukan variabel komposisi bahan tambahan *fly ash* akan mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan beton yang dibuat.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar nilai kuat beton dengan penambahan limbah batubara *fly ash* sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, dan diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari beton normal.

METODOLOGI

Penelitian ini bersifat uji laboratorium, artinya dalam setiap tahapan penelitian ini akan dilakukan di laboratorium yang mendukung dalam penelitian ini. Laboratorium yang digunakan sebagai tempat pengujian dalam penelitian ini adalah laboratorium beton batching plant PT. Merak Jaya Beton sebagai tempat penelitian. Penelitian ini merupakan suatu usaha untuk meningkatkan kuat tekan beton mutu moderat (K-300) dengan menambahkan *fly ash*. Penelitian ini dilakukan pada :

1. Tempat penelitian : Laboratorium beton batching plant PT. Merak Jaya Beton.
2. Waktu penelitian : July 2016 – Agustus 2016.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variable bebas adalah variable yang sengaja dipelajari pengaruhnya (dengan cara mengubah – ubah) terhadap variable terikat. Dalam penelitian ini variable bebasnya adalah :

- Rasio Fly Ash terhadap portland semen (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%)
- Aggregat kasar
- Faktor air semen (FAS).

2. Variable Terikat (*Dependent Variable*)

Variable terikat adalah variable yang diakibatkan keadaan yang bergantung pada variable bebas. Pada penelitian ini variable terikat adalah nilai kuat tekan.

3. Variable Kontrol (*Control Variable*)

Variable kontrol adalah perlakuan yang disamakan terhadap penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini variable kontrol berupa komposisi kerikil, semen, faktor air semen (FAS), dan abu terbang.

Data – data yang didapatkan akan dikumpulkan serta diolah dan kemudian dianalisa untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh komposisi *admixture* pada beton moderat ditinjau dari kuat tekan. Pada penelitian ini terdapat 6 buah komposisi, dimana setiap komposisi dibuat sebanyak 9 buah sehingga total dari benda uji yang akan dibuat adalah 54 buah. Dimana benda uji untuk setiap komposisi akan diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu :

- Penyusunan data, dari data mentah ke dalam data kelompok, kemudian disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik dengan menggunakan bantuan microsoft exel sehingga mudah dipahami.
- Dari data yang berbentuk kuantitatif (data berbentuk angka) kemudian di analisa secara deskripsi kualitatif.

Prosedur awal pengujian material, yaitu dengan cara mengambil contoh material yang akan di uji, dimana material harus di tempatkan khusus agar tidak tercampur dengan material lain. Pemeriksaan selanjutnya adalah uji kadar air agregat. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung dengan berat agregat dalam keadaan kering. Pengujian ini digunakan sebagai koreksi takaran air dalam perencanaan adukan beton disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Pengujian ini mengacu pada ASTM C-127 (*American Society For Testing and Materials*). Dimana pengujian ini memiliki tujuan untuk menentukan persentase berat air yang dapat diserap agregat kasar, dihitung terhadap berat kering agregat.

$$\text{Berat jenis} = \frac{Bk}{Bj - Ba}$$

$$\text{Berat jenis jenuh permukaan (ssd)} = \frac{Bj}{Bj - Ba}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$$

Dimana :

Bk = Berat agregat kasar kondisi kering oven

Bj = Berat agregat kasar kondisi jenuh kering permukaan

Ba = Berat agregat kasar pada saat kondisi didalam air

Pengujian pada agregat sangat penting untuk mengetahui seberapa baik kualitas dari agregat yang digunakan. Selain itu hasil pengujian yang dilakukan merupakan acuan untuk koreksi nilai parameter – parameter yang digunakan dalam perencanaan pembuatan beton.

1. Pengujian Bahan

Bahan yang di uji adalah abu terbang limbah batu bara dari sisa pembakaran yang di hasilkan oleh PLTU Paiton. Abu terbang (Fly Ash) akan digunakan sebagai bahan tambahan untuk pembuatan benda uji beton. Berikut adalah hasil pengujian senyawa kimia dari abu terbang limbah batu bara dari PLTU Paiton yang di lakukan di Laboratorium ITS.

2. Komposisi benda uji

Komposisi dari benda uji pada penelitian ini mengacu pada kisaran komposisi yang telah dilakukan pada literatur yang didapatkan dari penelitian – penelitian lain yang telah dilakukan sebelumnya. Selain itu juga merujuk pada ACI 211.1-74 tentang standart pembuatan beton.

Dalam penelitian ini benda uji yang akan dibuat menggunakan komposisi I-VI berdasarkan campuran dimensi agregat yang digunakan dari admixture. Admixture yang dipakai adalah fly ash. Secara garis besar komposisi material yang digunakan adalah sama kecuali komposisi campuran admixture menggunakan fly ash dan faktor air semen 0,55. Dari hasil penelitian tersebut, kemudian dikembangkan lagi dengan bahan tambahan fly ash sebagai substitusi semen.

3. Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji dan proses pengujiannya dilakukan di batching plant PT. Merak Jaya Beton. Dimana jenis pengaduk yang digunakan adalah pengaduk dari mesin *minipot* yang umum digunakan diproyek – proyek dengan kapasitas 50 Kg semen. Tiap komposisi akan dibuat sebanyak 9 buah untuk tiap pengujian.

Secara umum tata cara serta langkah – langkah yang dilakukan untuk membuat benda uji dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

- a. Persiapan
- b. Pengadukan benda uji
- c. Pencetakan dan *Curing* benda uji.

4. Pengujian benda uji

Seperti pembuatan benda uji, pengujian benda uji juga dilakukan di laboratorium PT. Merak Jaya Beton. Metode pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian kuat tekan.

a. Pengujian kuat Tekan

Pengujian kuat tekan akan dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tekan beton. Dimana pada pengujian ini beton akan ditekan hingga rusak atau hancur untuk mengetahui seberapa kuat tekanan maksimum yang dimiliki.

Pada penelitian ini proses pengujian kuat tekan akan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari untuk mengetahui dan memantau peningkatan kuat tekan beton apakah nantinya akan memenuhi harapan atau tidak. Pada umur 7 hari 3 buah beton cylinder untuk tiap komposisinya akan diuji kuat tekannya, hal ini juga dilakukan pada hari ke 14 dan ke 28 hari.

PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengujian agregat

a. Berat Jenis dan Penyerapan\

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah pemeriksaan terhadap agregat yang bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan persentase air yang dapat diserap oleh agregat. Dalam penelitian ini agregat yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 05-10 mm dan 10-25 mm, sehingga setiap masing – masing ukuran akan dilakukan pengujian tersendiri.

Dari hasil pengujian agregat diketahui :

- | | |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| 1) Berat jenis (<i>kondisi kering oven</i>) agregat kasar | = 2,65 |
| 2) Berat jenis (<i>kondisi ssd</i>) agregat kasar | = 2,70 |
| 3) Penyerapan (<i>absorbtion</i>) | =1,83 % |

Dari pengujian berat jenis pada agregat kasar didapatkan berat jenis kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) sebesar 2,70. Berdasarkan SNI 1969:2008 hasil pengujian berat jenis agregat yang dilakukan telah memenuhi persyaratan. Dimana syarat untuk berat jenis agregat $\leq 3,00$. Dan pengujian tersebut juga didapat hasil penyerapan (*absorbtion*) sebesar 1,83%, artinya kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan air sampai jenuh permukaan sebesar

1,83%. Dari berat kering agregat itu sendiri. Berdasarkan SNI 1969:2008 penyerapan agregat sudah memenuhi persyaratan yang ada. Dimana syarat penyerapan agregat $\leq 5,00$.

Dari hasil pengujian agregat diketahui :

- | | |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| 1) Berat jenis (<i>kondisi kering oven</i>) agregat kasar | = 2,70 |
| 2) Berat jenis (<i>kondisi ssd</i>) agregat kasar | = 2,8 |
| 3) Penyerapan (<i>absorbtion</i>) | =1,76 % |

Dari pengujian berat jenis pada agregat kasar didapatkan berat jenis kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) sebesar 2,8. Berdasarkan SNI 1969:2008 hasil pengujian berat jenis agregat yang dilakukan telah memenuhi persyaratan. Dimana syarat untuk berat jenis agregat $\leq 3,00$. Dan pengujian tersebut juga didapat hasil penyerapan (*absorbtion*) sebesar 1,76%, artinya kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan air sampai jenuh permukaan sebesar 1,73%. Dari berat kering agregat itu sendiri. Berdasarkan SNI 1969:2008 penyerapan agregat sudah memenuhi persyaratan yang ada. Dimana syarat penyerapan agregat $\leq 5,00$.

Dari hasil pengujian agregat diketahui :

- | | |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| 1) Berat jenis (<i>kondisi kering oven</i>) agregat halus | = 2,58 |
| 2) Berat jenis (<i>kondisi ssd</i>) agregat halus | = 2,63 |
| 3) Penyerapan (<i>absorbtion</i>) | =1,68 % |

Dari pengujian berat jenis pada agregat halus didapatkan berat jenis kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) sebesar 2,63. Berdasarkan SNI 1969:2008 hasil pengujian berat jenis agregat yang dilakukan telah memenuhi persyaratan. Dimana syarat untuk berat jenis agregat $\leq 3,00$. Dan pengujian tersebut juga didapat hasil penyerapan (*absorbtion*) sebesar 1,68%. Berdasarkan SNI 1969:2008 penyerapan agregat sudah memenuhi persyaratan yang ada. Dimana syarat penyerapan agregat $\leq 5,00$.

b. Analisa ayakan

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil yang didapatkan dari PT. Merak Jaya Beton tempat dimana dilaksanakannya penelitian ini. Pengujian analisa ayakan kerikil ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (*Gradasi*) agregat kasar dengan menggunakan ayakan.

Gradasi agregat kasar adalah distribusi ukuran butiran dari agregat kasar. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (*seragam*) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butiran bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit.

Dalam penelitian ini standart yang digunakan pada pengujian ini adalah menggunakan ASTM (*American Society For Testing And Materials*) C-33. Tempat test pengujian ayakan ini adalah di PT. Merak Jaya Beton, Karang pilang, Surabaya. Dari hasil pengujian test ini kemudian akan digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan pembuatan beton. Berikut adalah hasil ayakan dari test berdasarkan ASTM (*American Society For Testing And Materials*) C-33. Dapat diketahui nilai F_m (*Fineness Modulus*) yang dihasilkan adalah 5,79. Dari hasil tersebut diatas bahwa nilai F_m (*Fineness Modulus*) yang dihasilkan masih memenuhi syarat, karena hasilnya masih berada di interval 3,0-8,0. (Tjokrodimulyo, 2007).

Sedangkan untuk hasil ayakan dengan gradasi 10-25 mm dapat diketahui bahwa nilai F_m (*Fineness Modulus*) yang dihasilkan adalah 7,03. Dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai F_m (*Fineness Modulus*) yang dihasilkan masih memenuhi syarat, karena hasilnya masih berada di interval 3,0-8,0.

Dapat diketahui nilai F_m (*Fineness Modulus*) yang dihasilkan adalah 2,6. Dari hasil tersebut diatas bahwa nilai F_m (*Fineness Modulus*) yang dihasilkan masih memenuhi syarat, karena hasilnya masih berada di interval 1,5-3,8. (ASTM C-33 : 2,3 -3,1).

2. Pengujian Admixture Fly Ash

Bahan yang di uji adalah abu terbang limbah batu bara dari sisa pembakaran yang di hasilkan oleh PLTU Paiton. Abu terbang (*Fly Ash*) akan digunakan sebagai bahan tambahan untuk pembuatan

benda uji beton. Berikut adalah hasil pengujian senyawa kimia dari abu terbang limbah batu bara dari PLTU Paiton yang di lakukan di Laboratorium ITS.

3. Pengujian Awal (Pra Lab)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah komposisi beton yang akan digunakan sudah tepat *mix design*nya. Secara garis besar pengujian awal (Pra Lab) yang penting di lakukan adalah sebagai berikut.

a. Komposisi persentase FAS (Faktor Air Semen)

1) Pengujian komposisi campuran FAS (Faktor Air Semen)

Pengujian awal terhadap faktor air semen sangatlah penting untuk penelitian, dimana pengujian awal ini berguna untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan faktor air semen yang akan di butuhkandalam setiap *mix design* beton. Selain itu pemilihan komposisi FAS di pengaruhi oleh 3 buah faktor yaitu, efektifitas daya kerja pada saat pengadukan beton (*workability*), plastisitas adonan beton dari segi visual sebelum serta sesudah pencetakan, serta kekentalan adonan agar tidak terjadi *bleeding* pada bagian bawah beton yang mengakibatkan pori pori beton tertutup oleh semen. Pemeriksaan terhadap air yang akan digunakan dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air minum. Komposisi perbandingan air semen atau yang biasa disebut FAS (Faktor Air Semen) ini merupakan faktor utama dalam kesuksesan pembatan benda uji beton. Berikut adalah contoh pengujian FAS (Faktor Air Semen) pada saat pengujian awal :

b. Rencana Mix Design

Dengan mengetahui jenis aggregate yang akan digunakan batu pecah max 25 mm, maka dapat ditentukan jumlah air pencampur yang digunakan untuk menghitung faktor air semen. Dan dapat ditentukan penggunaan mutu yang akan di gunakan dalam pembuatan mix design.

c. Design Percobaan

Mix design dilakukan untuk mengetahui proporsi kebutuhan material (air, semen, krikil, dan pasir) dalam campuran beton. Metode rancangan beton yang dipakai adalah rancangan beton menggunakan ACI (American Concrete Institute).

Adapun langkah langkah pembuatan *Mix Design* sebagai berikut :

- 1) Slump request antara 8cm sampai 10 cm.
- 2) Agregat yang dipakai adalah max 25 mm.
- 3) Memperkirakan campuran air untuk slump 8 cm sampai 10 cm terhadap beton yang tidak mengandung udara dengan agregat maksimal 25mm ditemukan menjadi 195 kg/m^3 .
- 4) Rasio semen untuk beton yang tidak mengandung udara dengan mutu 300 kg/cm^2 di temukan dalam adalah 0,55
- 5) Dari informasi yg diperoleh pada langkah ke 3 dan langkah ke 4, kandungan Faktor Air Semen adalah $195/0,55 = 354 \text{ kg/m}^3$.
- 6) Jumlah agregat kasar diperkirakan untuk agregate halus yang memiliki modulus kehalusan 2,6 dan ukuran maksimum 25mm dari agregat kasar. menunjukkan bahwa $0,69 \text{ m}^3$ dari agregat kasar. Berat kering yang dibutuhkan adalah $0,69 \times 1388 = 957 \text{ kg}$.
- 7) Dengan jumlah air semen dan agregat kasar yang terbentuk, sisa bahan yang terdiri dari m^3 beton harus terdiri dari pasir dan udara. Pasir yang diperlukan dapat ditentukan berdasarkan berat atau volume absolut seperti yang ditunjukkan di bawah ini :

Bentuk dasar Berat m^3 beton bermuatan non udara dibuat dengan agregat yang memiliki ukuran maksimal 25 mm diperkirakan 2375 kg. (Untuk batch percobaan pertama, penyesuaian yang tepat dari nilai untuk perbedaan slump, faktor semen, dan berat jenis agregat biasa tidak penting). Berat yang sudah diketahui adalah :

- Air : 195 Kg
- Semen : 354 Kg
- Agregate Kasar : 957 Kg

Total : 1506 Kg

Bentuk dasar Berat m^3 beton bermuatan non udara dibuat dengan agregat yang memiliki ukuran maksimal 25 mm diperkirakan 2375 kg. (Untuk batch percobaan pertama, penyesuaian yang tepat dari nilai untuk perbedaan slump, faktor semen, dan berat jenis agregat biasa tidak penting). Berat yang sudah diketahui adalah :

Oleh karena itu berat pasir diperkirakan $2375 \text{ Kg} - 1506 \text{ Kg} = 869 \text{ Kg}$.

Basis volume mutlak, dengan jumlah semen, air, dan agregat kasar yang terbentuk, dan perkiraan kandungan udara. Dari 1,5% ditentukan bentuk dan kandungan pasirnya bisa dihitung sebagai berikut :

Volume Air	= $195 / 1000$	= $0,195 \text{ m}^3$
Volume Semen	= $354 / (3,15 \times 1000)$	= $0,112 \text{ m}^3$
Volume Agg Kasar	= $957 / (2,8 \times 1000)$	= $0,341 \text{ m}^3$
Volume Udara	= $1,5 \% \times 1.000$	= <u>$0,015 \text{ m}^3$</u>
Total Volume		= $0,663 \text{ m}^3$
Volume Agg Halus	= $1.000 - 0,663$	= $0,337 \text{ m}^3$
Berat Pasir	= $0,337 \times 2,63 \times 1000$	= 886 Kg .

1. Berat batch per m^3 beton.

Air	= 195 Kg
Semen	= 354 Kg
Agg Kasar	= 957 Kg
Agg Halus	= <u>886 Kg</u>
Total	= 2392 Kg

2. Rencana campuran Mix Design.

Air	= 195 Kg
Semen	= 354 Kg
Agg Kasar 05/10 (25%)	= 239 Kg
Agg Kasar 10/25 (75%)	= 718 Kg
Agg Halus Pasir	= 886 Kg

3. Kadar Fly Ash

Kadar Fly Ash ditentukan dari proporsi kadar % *fly ash* x kadar semen.

F 0%	= $0\% \times 354 = 0 \text{ Kg/m}^3$
F 10%	= $10\% \times 354 = 35,4 \text{ Kg/m}^3$
F 20%	= $20\% \times 354 = 70,8 \text{ Kg/m}^3$
F 30%	= $30\% \times 354 = 106,2 \text{ Kg/m}^3$
F 40%	= $40\% \times 354 = 141,6 \text{ Kg/m}^3$
F 50%	= $50\% \times 354 = 177 \text{ Kg/m}^3$

4. Total Semen dalam setiap komposisi

Yaitu dengan mengurangi kadar semen (no.9) dan kadar fly ash (no.10)

Total 0%	= $354 - 0 = 354 \text{ Kg/m}^3$
Total 10%	= $354 - 35,4 = 318,6 \text{ Kg/m}^3$
Total 20%	= $354 - 70,8 = 283,2 \text{ Kg/m}^3$
Total 30%	= $354 - 106,2 = 247,8 \text{ Kg/m}^3$
Total 40%	= $354 - 141,6 = 212,4 \text{ Kg/m}^3$
Total 50%	= $354 - 177 = 177 \text{ Kg/m}^3$

5. $W/(C+F)$ titious

Dengan : W = Kandungan Air bebas (Kg/m^3)

C = Kadar Semen (Kg/m^3)

F = Kadar Fly Ash (Kg/m^3)

Rasio 0% = $195 / 354 + 0 = 0,55$

Rasio 10% = $195 / 318,6 + 35,4 = 0,55$

Rasio 20% = $195 / 283,2 + 70,8 = 0,55$

Rasio 30% = $195 / 247,8 + 106,2 = 0,55$

Rasio 40% = $195 / 212,4 + 141,6 = 0,55$

Rasio 50% = $195 / 177 + 177 = 0,55$

6. Rasio FAS (Faktor Air Semen)

Untuk pemakaian Faktor Air Semen masing masing benda menggunakan FAS tetap yaitu 0,55.

d. Uji visual serta kuat tekan dan tanpa Admixture.

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah *mix design* yang direncanakan bisa berbentuk dengan baik sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Selain itu untuk mengetahui nilai kuat tekan yang dihasilkan dari beton tanpa *admixture* dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Dari pengujian pembuatan beton diperoleh hasil yang cukup baik, dimana benda uji dapat tercetak dengan baik tanpa ada keretakan. Akan tetapi ada beberapa benda uji yang pecah pada salah satu sisinya pada saat cetakan dibuka. Hal tersebut dikarenakan kurangnya pengisian pada bagian-bagian tertentu sebelum cetakan dibuka. Secara keseluruhan pengujian pembuatan *beton* sudah cukup baik.

4. Pembuatan benda uji

Dalam penelitian ini benda uji yang digunakan ada 1 jenis benda uji. Pertama adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji silinder ini digunakan untuk menguji berapa nilai kuat tekan dari perbandingan komposisi *fly ash*.

Sebelum pembuatan benda uji dilakukan, perlu dibuat rancangan benda uji yang akan dibuat. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui berapa campuran yang akan dipakai dalam penelitian, sehingga tujuan dalam penelitian ini dapat tercapai sesuai dengan harapan. Setelah pembuatan komposisi pada *Mix Design* selesai dilakukan, selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Dalam pembuatan benda uji dilakukan beberapa tahapan pembuatan benda uji :

- a. Menyiapkan mesin pencampur beton kecil (*minipot*) untuk membuat benda uji. Dalam proses pencampuran *beton* semua material dimasukkan kedalam mesin pencampur beton sampai rata, kemudian hasil campuran dapat langsung dimasukkan dalam cetakan yang sudah disiapkan. Cetakan silinder untuk mencetak benda uji silinder yang dibuat untuk menentukan nilai kuat tekan pada beton.
- b. Mengolesi cetakan dengan pelumas pada benda uji silinder.
- c. Menyiapkan material sesuai kebutuhan.
- d. Menimbang material yang digunakan sesuai dengan *mix design* yang dibuat. Seperti kerikil, pasir, semen, dan *fly ash*. Gunakan pan atau wadah untuk menimbang material tersebut.
- e. Mencampurkan kerikil dan pasir terlebih dahulu kedalam mesin pengaduk beton.
- f. Menimbang air yang akan digunakan sesuai dengan *mix design* yang direncanakan.
- g. Mencampurkan semen dan *fly ash* kedalam mesin pencampur beton sampai semua material dipastikan tercampur dengan rata (*Homogen*).
- h. Setelah semua material tercampur rata kemudian tambahkan air sesuai kebutuhan, lalu aduk lagi hingga rata.
- i. Tuangkan beton segar kedalam cetakan yang telah disediakan, yaitu cetakan silinder.
- j. Memberi label pada benda uji untuk mempermudah identitas saat pengetesan.
- k. Setelah 24 jam dari pengisian beton segar kedalam cetakan, maka bukalah begisting dengan perlahan. Kemudian lakukan perawatan terhadap benda uji tersebut dengan cara direndam didalam bak air yang telah disediakan (*Curing*).

5. Tahap Pengujian

a. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat beton berumur 7, 14, dan 28 hari pada setiap komposisi benda uji (Komposisi I, II, III, IV, V, dan VI). Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton Dapat diketahui pada umur beton umur saat 7 hari didapat nilai kuat tekan rata-rata

sebesar 18,40 Mpa, dan pada umur 14 hari mengalami kenaikan menjadi 23,11 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari juga mengalami kenaikan yaitu menjadi 26,27 Mpa.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa mutu beton tanpa penambahan fly ash mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari adalah bervariasi.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash 10%. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton Dapat diketahui hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan Fly Ash 10%, pada saat umur beton 7 hari didapat nilai kuat tekan rata-rata sebesar 19,14 Mpa, dan pada umur 14 hari mengalami kenaikan menjadi 24,03 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari juga mengalami kenaikan yaitu menjadi 27,34 Mpa.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa mutu dari beton dengan penambahan fly ash 10% dari berat semen mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari adalah bervariasi.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash 20% Dari Berat Semen. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton Dapat diketahui hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan fly ash 20%, pada saat umur beton 7 hari didapat nilai kuat tekan rata-rata sebesar 18,62 Mpa, dan pada umur 14 hari mengalami kenaikan menjadi 23,44 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari juga mengalami kenaikan yaitu menjadi 26,61 Mpa.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa mutu dari beton dengan penambahan fly ash 20% dari berat semen mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari adalah bervariasi dan mengalami peningkatan disetiap pengujiannya.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash 30% Dari Berat Semen. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada Dapat diketahui hasil pengujian kuat tekan dengan penambahan fly ash 30%, pada saat umur beton 7 hari didapat nilai kuat tekan rata-rata sebesar 17,88 Mpa, dan pada umur 14 hari mengalami kenaikan menjadi 22,49 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari juga mengalami kenaikan yaitu menjadi 25,56 Mpa.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa mutu dari beton dengan penambahan Fly Ash 30% dari berat semen mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari adalah bervariasi dan mengalami peningkatan disetiap pengujiannya.

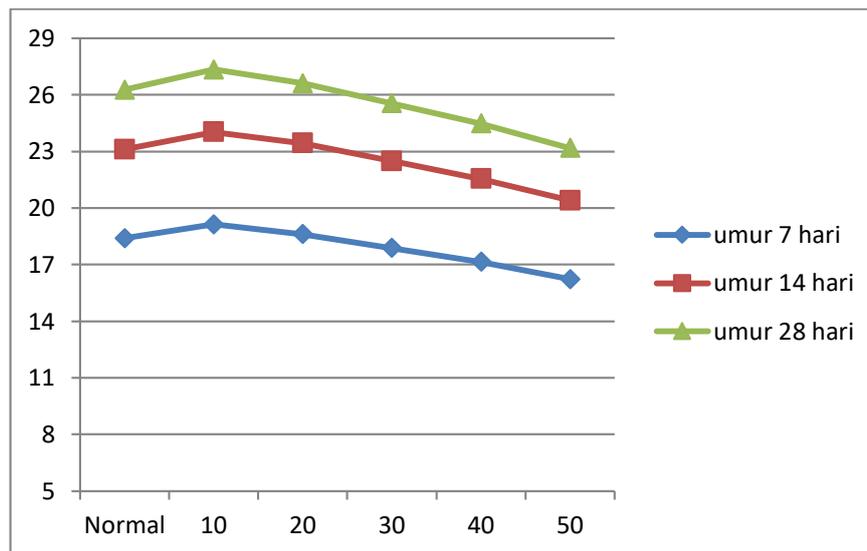
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash 40% Dari Berat Semen. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton Dapat diketahui hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan fly ash 40%, pada saat umur beton 7 hari didapat nilai kuat tekan rata-rata sebesar 17,14 Mpa, dan pada umur 14 hari mengalami kenaikan menjadi 21,55 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari juga mengalami kenaikan yaitu menjadi 24,48 Mpa.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa mutu dari beton dengan penambahan Fly Ash 40% dari berat semen mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari adalah bervariasi dan mengalami peningkatan disetiap pengujiannya.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash 50% Dari Berat Semen. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton Dapat diketahui hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan fly ash 50%, pada saat umur beton 7 hari didapat nilai kuat tekan rata-rata sebesar 16,23 Mpa, dan pada umur 14 hari mengalami kenaikan menjadi 20,41 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari juga mengalami kenaikan yaitu menjadi 23,18 Mpa.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa mutu dari beton dengan penambahan Fly Ash 50% dari berat semen mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari adalah bervariasi dan mengalami peningkatan disetiap pengujiannya.

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan pada setiap komposisi mix design, selanjutnya dibandingkan antara hasil dari tiap prosentase penggunaan Fly Ash dengan umur beton. Berikut adalah grafik perbandingan prosentase penggunaan Fly Ash dengan umur beton :



Gambar 1. Grafik Hubungan Prosentase Penggunaan Fly Ash Dengan Kuat Tekan Beton

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi prosentase penambahan fly ash pada beton, maka kuat tekan beton semakin menurun. Pada prosentase 10% beton mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan sample beton tanpa penggunaan fly ash, akan tetapi pada prosentase 20% sampai dengan 50% beton mengalami penurunan kuat tekan.

Hal tersebut dapat dikarenakan hasil dari pencetakan beton yang mempunyai kuat tekan berbeda-beda pada setiap cetakan. Selain itu juga bisa diakibatkan oleh adanya perbedaan penggunaan persentase fly ash untuk setiap komposisi yang berbeda-beda.

B. Pembahasan

Pada bab ini hasil dari pengujian akan dibahas lebih mendalam. Hasil pengujian yang telah dilakukan adalah pengujian kuat tekan, dan bagaimana perawatan yang telah dilakukan pada beton dengan penambahan fly ash.

1. Kuat tekan

Pada pengujian kuat tekan beton diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi prosentase penambahan fly ash pada campuran *beton*, kuat tekan beton akan semakin menurun. Pada prosentase penambahan fly ash 10% beton mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan *beton* tanpa menggunakan fly ash, akan tetapi pada prosentase penambahan fly ash 20% sampai dengan 50% beton mengalami penurunan kekuatan. Penurunan tersebut dikarenakan semakin tinggi penggunaan fly ash, beton semakin kurang mengikat akibat campuran atau pasta yang melekat pada permukaan agregat kasar, sehingga membuat ikatan antar agregat menjadi kurang. Hal tersebut dikarenakan sifat karakteristik dari fly ash yang mempunyai gradasi lebih kecil daripada gradasi semen, sehingga sangat mudah menyerap air. Perilaku tersebut berbeda dengan penambahan fly ash sebesar 10% komposisi semen dan fly ash dinilai mempunyai campuran komposisi yang paling optimal, sehingga menghasilkan beton yang lebih padat dan mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi.

Secara umum kuat tekan pada beton lebih baik daripada penelitian sebelumnya, terutama pada penambahan fly ash 10% dari berat semen. Pada komposisi dengan penambahan fly ash 10% kuat tekan yang dihasilkan hampir dua kali lebih dari penelitian sebelumnya. Pada penambahan fly ash 20% sampai dengan 50% terjadi penurunan kuat tekan, akan tetapi masih lebih baik daripada hasil penelitian sebelumnya. Sehingga dapat disimpulkan komposisi yang paling

optimal untuk kuat tekan beton dengan penambahan fly ash adalah 10% dari berat semen, karena mempunyai kuat tekan yang paling optimal sebesar 27,34 Mpa.

2. Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan yang dilakukan pada penelitian ini mengikuti metode perawatan (*Curing*) yang dilakukan oleh PT. Merak Jaya Beton, yaitu dengan cara direndam pada bak air yang biasa digunakan untuk perawatan benda uji. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi penguapan yang terjadi pada beton, sehingga kelembapan dan suhu beton tetap terjaga. Selain itu juga untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal, sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembapan yang terlalu cepat yang dapat menyebabkan retak pada beton.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang diperoleh dari pengujian kuat tekan dengan menggunakan bahan tambah abu terbang (*fly ash*) maka dapat diambil kesimpulan hasil penelitian kuat tekan dengan penambahan abu terbang, semakin banyak penambahan prosentase abu terbang (*fly ash*) maka nilai kuat tekan semakin menurun. Dari penelitian diperoleh bahwa kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada campuran beton penggantian semen dengan *Fly Ash* 10%, yaitu sebesar 27,34 MPa dan kuat tekan beton yang terendah terdapat pada campuran beton dengan *Fly Ash* 50%, yaitu sebesar 23,18 MPa.

Saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi optimum kadar *fly ash* yaitu dengan memperkecil *range* sehingga didapatkan variasi optimum kadar *fly ash* yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

1. ACI 211.1-74. *Recommended Practice For selecting Proportions for Normal and Heavyweight Concrete. USA : American Concrete Institute Committee 211.*
2. ACI 226.35-87. *Use of Fly Ash in Concrete.*
3. ACI 226.3R-3. *Manual of Concrete Practice 1993 Parts 1.*
4. Aji, Pujo, & Rachmat Purwono. 2002. *Pengendalian Mutu Beton SESUAI SNI, ACI, Dan ASTM.* Surabaya: Itspress.
5. ASTM C-125-1995:61 (*Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.*)
6. ASTM C-127 (*American Society For Testing and Materials.*)
7. ASTM C-33 (*American Society For Testing And Materials.*)
8. ASTM C 618-03. *Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete.*
9. ASTM C. 494, *Standard Specification for Chemical Admixture Concrete.*
10. Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Penerbit ANDI.
11. Nawy, E.G., 1985, *Beton Bertulang*, di terjemahkan oleh Bambang Suryoatmono, PT. ERESKO.
12. Nugraha, Paul & Antoni, 2007. *TEKNOLOGI BETON dari Material, Pembuatan, ke beton Kinerja Tinggi.* Yogyakarta : C.V Andi Offset (Penerbit ANDI).
13. Peraturan Beton Indonesia tahun 1971-PBI'71.
14. Peraturan Beton Indonesia tahun 1989 : 3.2-8 PBI'89.
15. Shalahuddin Muhammad. 2009, *Pengaruh Penambahan Fly Ash Batubara Campur Kayu Pada Kuat Tekan Beton.* Fakultas Teknik Universitas Riau.



16. SNI 03-1968-1990. 1990. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
17. SNI 03-6817-2002. : Badan Standarisasi Nasional.
18. Subakti, Aman. *Mixed Desain Beton Normal dengan Metode DOE & ACI*.
19. Subakti, Aman. 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
20. Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. *Teknonolgi Beton*, Yogyakarta.