

# INOVASI BETON RAMAH LINGKUNGAN

Masri A Rivai<sup>1,\*</sup>, Sudirman Kimi<sup>2\*</sup>, Revisdah<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang Palembang,  
Jln. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang 30263

## ABSTRACT

*In this study the author take Fly Ash and Powder Glass as an added ingredient in the concrete mix. This research intend to know the effect of Fly Ash and Powder Glass on K-300 concrete compressive strenght.*

*This study uses cube-shaped specimens with the size of 15 x 15 x 15. The total of test specimens in this study as much as 45 sample, each 9 seal of test specimens in 5 condition that is normal, concrete + fly ash 5% + glass powder 18%, concrete + fly ash 5% + glass powder 21%, concrete + fly ash 5% + glass powder 24%, concrete + fly ash 5% + glass powder 27%.*

*After concrete compressive strenght test, the concrete strength of the concrete at age 3, 7 and 28 days with normal condition at 3 days age aqual to 139.26 Kg/Cm<sup>2</sup>, at age 7 day equal to 202.17 Kg/Cm<sup>2</sup> and age 28 day of 307.01 Kg/Cm<sup>2</sup>. And the value of compressive strength of concrete characteristic with the use of Fly Ash 5% + glass powder 18% has the highest value of concrete compressive strength that is at 3 days age of 151.13 Kg/Cm<sup>2</sup>, 7 day age equal to 21175 Kg/Cm<sup>2</sup> and age 28 is 312.81 Kg/Cm<sup>2</sup>. These result exceed the copressive strength values of normal concrete characteristic and show that fly ash and glass powder can increase the compressive of the concrete.*

**Keywords :** *Mixed Concrete K-300, Fly Ash and Powder Glass As Added Materials,*

**Strong**

**Pressure Concrete Analysis**

## INTISARI

Pada penelitian ini penulis mengambil *Fly Ash* dan *Serbuk Kaca* sebagai bahan tambah pada campuran beton. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Fly Ash* dan *Serbuk Kaca* terhadap kuat tekan beton K-300.

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15. Jumlah keseluruhan benda uji pada penelitian ini sebanyak 45 sampel, masing-masing 9 sampel benda uji pada 5 kondisi yaitu beton normal, beton + *fly Ash* 5% + serbuk kaca 18%, beton + *fly Ash* 5% + serbuk kaca 21%, beton + *fly Ash* 5% + serbuk kaca 24% dan beton + *fly Ash* 5% + serbuk kaca 27%.

Setelah dilakukan uji kuat tekan beton, maka kuat tekan beton karakteristik pada umur 3, 7, dan 28 hari dengan kondisi normal pada umur 3 hari 139,26 Kg/Cm<sup>2</sup>, pada umur 7 hari sebesar 202,17 Kg/Cm<sup>2</sup> dan umur 28 hari 307,01 Kg/Cm<sup>2</sup>. Dan nilai kuat tekan beton karakteristik dengan penggunaan *fly Ash* 5% + serbuk kaca 18% memiliki nilai kuat tekan beton karakteristik yang tertinggi yakni pada umur 3 hari 151,13 Kg/Cm<sup>2</sup>, pada umur 7 hari 211,75 Kg/Cm<sup>2</sup> dan pada 28 hari 312.81 Kg/Cm<sup>2</sup>. Hasil tersebut melebihi nilai kuat tekan karakteristik beton normal dan menunjukkan bahwa *fly ash* dan serbuk kaca meningkatkan kuat tekan beton.

**Kata Kunci :** *Campuran Beton K-300, Fly Ash dan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah,*  
**Analisa Kuat Tekan Beton**

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Di era sekarang semakin meningkatnya pabrik industri kaca juga mengakibatkan banyaknya limbah kaca dari sisa produksi. Beberapa limbah kaca dari sisa produksi biasanya akan di buat kaca yang baru dan sisa lainnya di buang langsung di tanah atau di sungai begitu saja tanpa dimanfaatkan dengan baik hal

beton diharapkan mengurangi limbah kaca yang tidak terpakai lagi. Beton adalah campuran semen *portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat kasar, agregat halus dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (*SNI-03-2847,2002*).

Kaca adalah bahan amorf yang di buat oleh silika kering dan oksida dasar. Kekerasan kaca memberikan ketahanan terhadap abrasi kepada beton. Kaca dipilih sebagai bahan tambah campuran beton karna dapat menambah kuat tekan beton.

Serbuk Kaca atau *fritz* adalah serpihan kaca yang dihancurkan dan biasa di buat campuran keramik di pabrik keramik. Serbuk kaca ini merupakan butiran halus yang berukuran 0,075mm - 0,12mm, tidak porous serta bersifat pozzolanik. Serbuk kaca diharapkan meningkatkan kuat tekan beton karna butirannya yang sangat kecil dan mampu mengisi lubang pori pada beton.

*Fly ash* (abu terbang) adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran dan terdiri dari partikel-partikel halus sisa pembakaran batu bara. Kehalusan butiran *fly ash* ini berpotensi terhadap pencemaran udara. Selain itu, penanganan *fly ash* pada saat ini masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong Penggunaan *fly ash* sebagai material pembentuk beton memberikan dampak positif jika ditinjau dari segi lingkungan

Penelitian yang dilakukan oleh M. Andri Wijaya (2017) tentang Analisa kuat tekan beton pada K-300 akibat penambahan fly ash dan serbuk kaca

ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Banyak penelitian yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah kaca tersebut menjadi suatu yang lebih berguna yaitu sebagai bahan campuran adukan beton, dimana kaca tersebut diolah menjadi serbuk kaca. Penggunaan limbah serbuk kaca sebagai campuran adukan

sebagai campuran beton menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan kadar fly ash 5% dan variasi kadar serbuk kaca 0%, 5%, 10%, 15%, masih mengalami peningkatan mutu beton.

Dalam penelitian ini penulis mencoba manambah campuran beton dengan fly ash 5% dan kadar variasi serbuk kaca untuk mencari tahu batas maksimum kadar persen serbuk kaca yang baik untuk kuat tekan beton.

### Maksud dan Tujuan

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton normal K-300 dengan beton normal yang telah ditambah *fly ash* dan serbuk kaca dengan variasi tertentu.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk memanfaatkan *fly ash* dan serbuk kaca sebagai bahan tambah untuk campuran beton dalam skala peneitian ilmiah.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* dan serbuk kaca terhadap kuat tekan beton.
3. Untuk mengetahui kadar optimum serbuk kaca yang ditambahkan guna mencapai kuat tekan rencana.

### Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan *fly ash* dan serbuk kaca terhadap kuat tekan beton normal yang telah ditambah *fly ash* dan serbuk kaca?

2. Berapakah kadar optimum serbuk kaca yang ditambahkan untuk mencapai kuat tekan rencana?

## TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan campuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan bahan pengeras (semen) dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerjaan berlangsung (Dipohusodo, 1999). Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cemen*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*) (Mulyono, 2014).

Secara umum komposisi unsur pembentuk beton normal yaitu agregat (agregat kasar dan agregat halus) 60%-75%, pasta semen (semen dan air) 25%-40%, dan rongga udara sekitar 1%-2%. Untuk mencapai kuat tekan beton perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan masanya, umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan semakin tinggi kekuatan dan *durability*-nya (daya tahan). Untuk itu diperlukan susunan gradasi butiran yang baik. Nilai kuat tekan beton yang dipakai ditentukan oleh mutu bahan agregat.

Parameter-Parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat interaksi, atau adhesi antara pasta semen dan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penempatan yang benar dan pemadatan beton, dan perawatan beton (Mulyono, 2004).

### Syarat-syarat Campuran Beton

Tujuan dari perencanaan campuran beton untuk menentukan proporsi semen, agregat halus, agregat kasar, air, serta bahan tambahan yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Kekenyalan tertentu yang memudahkan adukan beton ditempatkan pada cetakan/bekisting (*workability*) dan kehalusan muka (*finishability*) beton basah, yang ditentukan dari :
  - a. Volume pasta adukan;
  - b. Keenceran pasta adukan;
  - c. Perbandingan campuran agregat halus dan kasar;
2. Kekuatan rencana dan ketahanan (*durability*) pada kondisi beton setelah mengeras.
3. Ekonomis dan Optimum.

Didalam pembuatan beton bagi tingkat kekuatan tekan tertentu, selalu harus dibuat adukan rencana yang disebut adukan uji coba atau *trial mix* karena sifat rumusan dan tabel bagi penelitian proporsi unsur-unsur beton adalah empiris.

## Material Pembentuk Beton

### 1. Semen

Dalam pengertian umum, yang dimaksud dengan semen adalah bahan yang mempunyai sifat *adhesive* dan *cohesive*, digunakan sebagai bahan pengikat (*boarding material*) yang dipakai bersama-sama agregat, baik kasar maupun halus. Semen merupakan campuran dari kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) dan tanah liat dalam perbandingan tertentu, yang dipijarkan hingga lebur dan berubah menjadi suatu massa seperti batu.

Semen *Portland* adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen *Portland* didefinisikan sebagai semen *hidrolik* yang dihasilkan dengan menggiling *klinker* yang terdiri dari kalsium silikat *hidrolik*, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen *Portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia

1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut.

## 2. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya. Air yang digunakan untuk membuat beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam anorganik, zat organik dan zat-zat mengapung seperti lempung atau tanah liat, minyak dan kotoran lainnya yang berpengaruh buruk pada mutu dan sifat beton.

Pada pengerjaan beton, air merupakan bahan campuran untuk mempercepat terjadinya proses kimia antara air, agregat dan semen. Selain itu, air juga berfungsi memudahkan pekerjaan pembuatan beton agar sesuai dengan yang diharapkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 25 % berat semen. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai.

## 3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Walau sebagai pengisi, agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat beton memiliki porsi yang besar dalam volume beton yaitu sebesar 60-80% dari volume beton, untuk mendapatkan beton yang baik diperlukan agregat yang mempunyai kualitas agregat yang baik pula, agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu :

1. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.

2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5% untuk agregat halus 1% untuk agregat kasar.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang relative alkali, dan
4. Harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori.

## Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara No. 04 dan No. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami buatan atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 0,5 mm.

Pada penelitian ini peneliti mengambil bahan agregat halus berasal dari Tanjung Raja.

## Agregat Kasar

Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu . Agregat alami dapat diklasifikasikan kedalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sedimen dan agregat metamorf yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakkan, memecah, menyaring dan seterusnya. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi  $\frac{1}{4}$  in (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegritas beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan

organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen.

Kekuatan agregat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal. Pertama, terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam pengikatan (*interlocking*). Kedua porositas yang besar yang akan mempengaruhi keuletan atau ketahanan terhadap beban kejut. Dalam hal pemilihan agregat kasar, prioritas yang rendah merupakan factor yang sangat menentukan untuk menghasilkan satu adukan beton yang seragam, dalam artian mempunyai keteraturan dan keseragaman yang baik pada mutu maupun parameter lain yang dibutuhkan akan sangat baik jika digunakan untuk membentuk beton mutu tinggi daya serap air sebesar tidak lebih dari 1% karena hal ini akan sangat berhubungan dengan pengendalian kandungan air pada campuran beton yang dapat mengakibatkan ketidak aturan deviasi yang sangat besar pada mutu yang akan dihasilkan.

Sebagai material pengisi, agregat menempati 60%-80% dari isi total suatu campuran beton yang bertujuan untuk member bentuk pada beton, member kekerasan yang dapat menahan beban, goresan dan cuaca, mengontrol *workability*, serta agar lebih ekonomis menghemat pemakaian semen, karena itulah sifat-sifat agregat mempunyai pengaruh besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras.

### **Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton**

Menurut Tri Mulyono (2005), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, yaitu :

#### **Faktor Air Semen (FAS)**

Faktor air semen (FAS) merupakan perbandingan antara jumlah

air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton yang berfungsi sebagai :

- a. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- b. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*).

Secara umum semakin tinggi nilai FAS, akan mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah belum tentu akan memberikan kekuatan beton semakin tinggi, karena tentunya ada batas dalam hal penentuan batasan terendah FAS. Umumnya nilai FAS yang diberikan minimum 0,4 dan maksimum 0,65. FAS dan kehalusan butir semennya sangat menentukan rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton (Mulyono. T, 2004).

### **Umur Beton**

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (*linier*) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun diawal. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal yang tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimiadengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-1). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya (Mulyono, 2005).

Sedangkan menurut Tjokrodinuljo (2007), kuat tekan beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksud umur disini adalah dihitung sejak beton

dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan semakin lambat dan laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

### **Sifat Agregat**

Sifat agregat yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan tekan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Pada agregat permukaan kasar, akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut. Pada agregat yang berukuran besar luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan dengan pasta semen menjadi berkurang (Tjokrodinuljo. K, 1996).

Untuk menghasilkan beton yang memiliki kualitas yang baik, tentunya perlu untuk diketahui sifat agregat lainnya seperti susunan butir agregat (gradasi), jenis agregat, bentuk butir agregat, penyerapan air, bobot isi dan berat jenis dari agregat (agregat kasar dan agregat halus).

### **Bahan Tambah**

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Pemberian bahan tambah pada adukan beton bertujuan untuk memperlambat waktu pengikatan, mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah kekedapan, menambah keawetan (Tjokrodinuljo, 2007).

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang

bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan pada saat pengadukan atau pada saat pelaksanaan pengecoran (*placing*), sedangkan bahan tambah *additive* ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan (Mulyono. T, 2004).

### **Bahan Tambah Kimia (*chemical admixture*)**

Bahan tambah kimia yaitu bahan tambahan pada campuran beton untuk mengubah beberapa sifat beton. Bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe (Mulyono,. T, 2004):

#### a) Tipe A “*Water-Reducing Admixture*”

Bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

#### b) Tipe B “*Retarding Admixtures*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat proses waktu pengikatan beton.

#### c) Tipe C “*Accelerating admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

#### d) Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

#### e) Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton.

#### f) Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan tekan beton.

g) Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton.

**Bahan Tambah Mineral (*additive*)**

Bahan tambah mineral ini merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah *silica fume*, *slag* dan pozzolan. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini adalah :

- 1) Memperbaiki kinerja workability
- 2) Mengurangi panas hidrasi
- 3) Mengurangi biaya pekerjaan beton
- 4) Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat
- 5) Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-alkali
- 6) Mempertinggi usia beton
- 7) Mempertinggi kekuatan tekan beton
- 8) Mempertinggi keawetan beton
- 9) Mengurangi penyusutan
- 10) Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton

a) *Slag*

*Slag* adalah produk non-metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalkan dengan mencelupkan kedalam air.

Keuntungan menggunakan *slag* dalam campuran beton adalah sebagai berikut (Lewis,1982) :

- 1) Mempertinggi kekuatan tekan beton karena kecendrungan melambatnya kenaikan kekuatan beton
- 2) Menaikkan ratio antara kelenturan dan kuat tekan beton
- 3) Mengurangi variasi kekuatan beton
- 4) Mempertinggi kekuatan terhadap sulfat dalam air laut
- 5) Mengurangi panas hidrasi dan menurunkan suhu
- 6) Memperbaiki penyelesaian akhir dan memberi warna cerah pada beton
- 7) Mempertinggi keawetan karena pengaruh perubahan volume
- 8) Mengurangi porositas dan serangan klorida

b) *Silica fume*

*Silica fume* adalah material pozzoland yang halus, dimana komposisi silica lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara *microsilica* dengan *silica fume*).

Menurut standart ASTM *Silika Fume* adalah material *pozzolon* yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy* besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara *microsilika* dengan *silika fume*).

Penggunaan *silika fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Beton dengan kekuatan tinggi digunakan, misalnya, untuk kolom struktur atau dinding geser, pre-cast atau beton pra-tegang dan beberapa keperluan lain. Kriteria kekuatan beton berkinerja tinggi saat ini sekitar 50-70 Mpa untuk 28 hari. Penggunaan silika fume berkisar antara 0-30% untuk memperbaiki karakteristik

kekuatan dan keawetan beton dengan faktor air semen sebesar 0.34 dan 0.28 dengan atau tanpa bahan superplastizer dan nilai slump 50 mm (yogendran, et al, 1987:124-129).

#### c) Pozzolan

Pozzolan adalah sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat semen. Semen pozzolan adalah bahan ikat yang mengandung silica amorf, yang apabila dicampur dengan kapur akan membentuk benda padat yang keras. Bahan yang mengandung pozzolan adalah teras, semen merah, abu terbang, dan bubukan terak tanur tinggi (SK. SNI T-15-1990-03z2).

#### *Fly Ash*

Menurut SNI 06-6867-2002 tentang spesifikasi abu terbang dan pozzolan, bahwa abu terbang (*fly ash*) adalah sisa hasil pembakaran serbuk batu bara dari tungku pembangkit tenaga uap yang terbawa gas buangan cerobong asap. Menurut ACI Committee 226, dijelaskan bahwa *fly ash* memiliki butiran sangat halus yaitu lolos ayakan No. 325 (45 milimicron) 5-27% umumnya berbentuk bola padat atau berongga dengan densitas  $2,23 \text{ gr/cm}^3$  dan kadar air sekitar 4%. *Fly ash* memiliki sfecific gravity antara 2,15-2,6 dan berwarna abu kehitaman. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. Berdasarkan Michael T. (2007), dampak positif *fly ash* dapat mengurangi pemakaian air pada campuran beton dengan kondisi workabilitas yang sama dengan penggunaan semen PC serta meningkatkan kuat tekan beton.

*Fly ash* batubara mempunyai kandungan kimia dengan komposisi yang

berbeda pada setiap jenisnya, namun secara garis besarnya kandungan kimia dalam *fly ash* batubara adalah : Kalsium Oksida (CaO) 3,54 % ; Silica ( $\text{SiA}_2$ ) 56,42 % ; Alumina ( $\text{Al}_2\text{A}_3$ ) 27,32% ; Ferioksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 5,39 %; Magnesium Oksida (MgO) 1,36% ; Natrium Oksida ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) 0,13 % ; Sulfur ( $\text{SO}_3$ ) 3,16 % (PT. Superitending Company Of Indonesia (SUCOFINDO)2002).

Dari penjelasan prinsip dasar reaksi *Fly ash* batubara maka faktor-faktor utama yang bekerja dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap efektivitas *fly ash* batubara dalam beton akan diketahui, faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sifat kimia dan komposisi *Fly ash* batubara semen portland.
2. Pemusatan alkali-hidroksida pada system reaksi.
3. Bentuk partikel *Fly ash* batubara.
4. Kehausan partikel *Fly ash*.
5. Pembentukan panas selama fase awal.
6. Pengurangan air dalam campuran sebagai syarat ketika *Fly ash* batubara digunakan.

Sulit untuk memperkirakan sifat beton secara keseluruhan dari karakteristik *Fly ash* batubara sendiri, namun *Fly ash* batubara dapat bercampur dengan baik dan mudah dikerjakan sedangkan karakteristik kekuatan dan daya tahan dapat diketahui secara keseluruhan dari percobaan campuran beton yang mengandung *Fly ash* batubara.

#### METODOLOGI PENELITIAN

Pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Sebelum diimplementasikan dalam pelaksanaan konstruksi dilapangan, pencampuran bahan-bahan dapat dilakukan di



laboratorium dengan melakukan berbagai pengujian sehingga didapat mutu beton yang diinginkan.

#### Alat

Alat yang diperlukan pada penelitian ini adalah Cetakan, Ayakan atau Saringan, Labu Ukur, Timbangan, *Specific Gravity*, Batang Penusuk, Oven, Molen (*Concrete Mixer*), Pan, Mesin Uji Kuat Tekan Beton, *Table Vibrator*, Alat Uji Slump.

#### Bahan

Bahan yang digunakan adalah Semen, Agregat, Air, *Fly Ash*, serbuk kaca.

Adapun tata cara dan persiapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan desain jobmix
2. Pengujian material
3. Pembuatan benda uji
4. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk Beton

Normal K-300 dan pada Beton Normal yang telah ditambah *fly ash* 5% dan serbuk kaca dengan variasi sebesar 18%, 21%, 24%, 27%.

5. Jumlah sampel terdiri dari 45 sampel, dimana Setiap variasi penambahan serbuk kaca terdiri dari 9 sampel dan 9 sampel untuk beton normal.

## HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

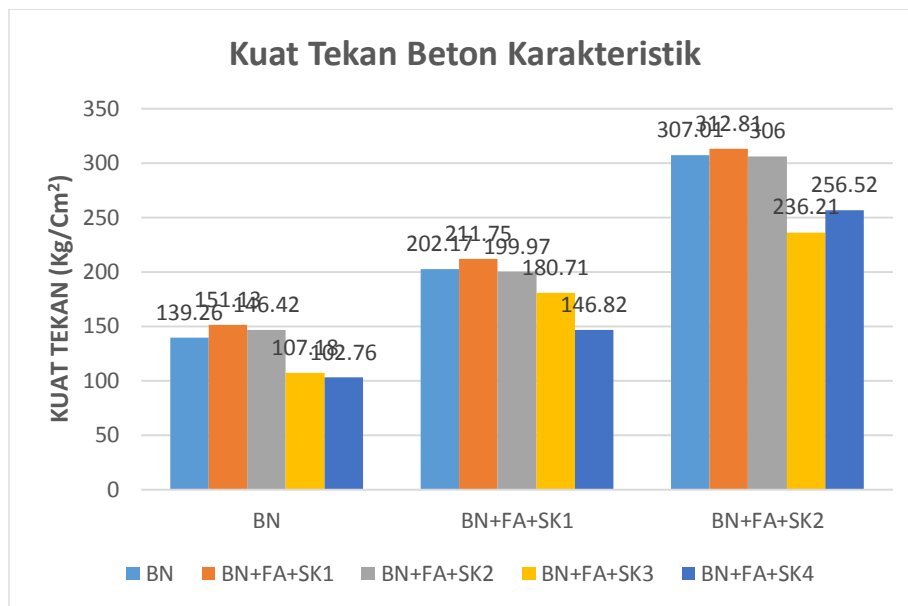
### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dilaksanakannya pengujian kuat tekan beton ialah setelah benda uji kubus telah mencapai umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari sehingga didapatkan data-data kuat tekan beton untuk tiap masing-masing benda uji kubus. Kuat tekan yang direncanakan mutu beton karakteristik sebesar K-300 sebanyak 45 benda uji yang terdiri dari lima variasi campuran.

**Tabel 1. Kuat Tekan Beton Karakteristik**

No	Campuran	Kuat Tekan Beton Karakteristik		
		3 Hari	7 Hari	28 Hari
1	BN	139.26	202.17	307.01
2	BN+FA+SK1	151.13	211.75	312.81
3	BN+FA+SK2	146.42	199.97	306.00
4	BN+FA+SK3	107.18	180.71	236.21
5	BN+FA+SK4	102.76	146.82	256.52

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama



**Grafik 1. Kuat Tekan Beton Karakteristik**

Dari grafik 1 nilai kuat tekan beton karakteristiknya bervariasi. Pada campuran beton dengan penggunaan *fly ash* 5% dan serbuk kaca 18% memiliki nilai kuat tekan beton karakteristik yang tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton karakteristik yang lain sebesar 151,13 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 3 hari, 211,75 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 7 hari dan 312,81 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Penggunaan *fly ash* 5% dan serbuk kaca 24% mulai mengalami penurunan nilai kuat tekan beton karakteristik. Kuat tekan terendah terdapat pada *fly ash* 5% dan serbuk kaca 27% sebesar 102,76 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur

3 hari, 146,82 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 7 hari dan 256,52 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari.

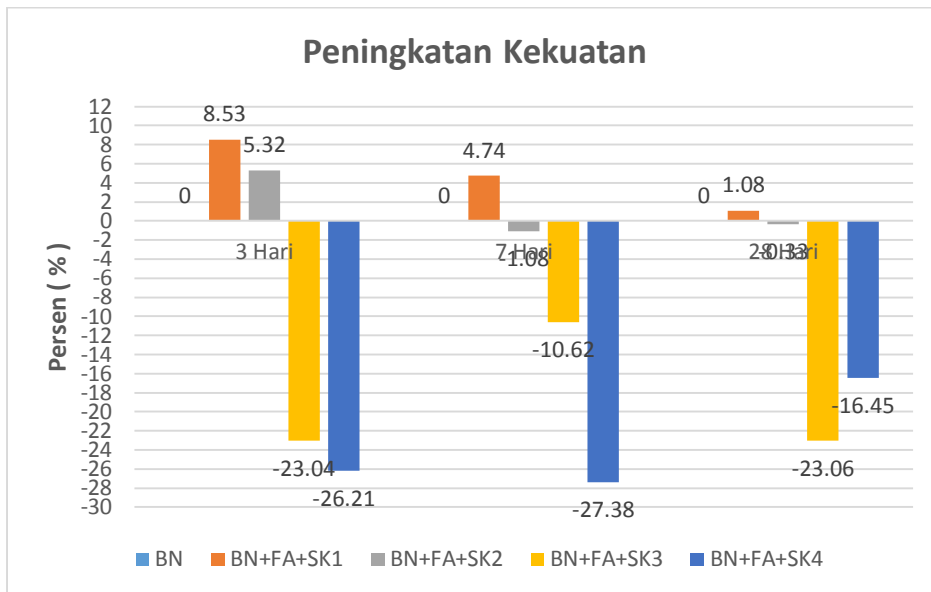
Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa penambahan *fly ash* dan serbuk kaca sebagai bahan tambah dapat meningkatkan kuat tekan beton karakteristik akan tetapi terlalu banyak persen serbuk kaca akan dapat menurunkan nilai kuat tekan beton karakteristik.

Dari penelitian kuat tekan beton normal dengan penambahan *fly ash* 5% dan variasi serbuk kaca (18%, 21%, 24% dan 27%) dapat diketahui persentase peningkatan kekuatan beton terhadap beton normal.

**Tabel 2 Hasil Persentase Peningkatan Kekuatan Terhadap Beton Normal**

No	Variasi Campuran	Peningkatan Kekuatan ( % )		
		3 Hari	7 Hari	28 Hari
1	BN	0,00	0,00	0,00
2	BN+FA+SK1	8,53	4,74	1,89
3	BN+FA+SK2	5,32	-1,08	-0,33
4	BN+FA+SK3	-23,04	-10,62	-23,06
5	BN+FA+SK4	-26,21	-27,38	-16,45

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama



**Grafik 2 Peningkatan Kekuatan (Kg/Cm<sup>2</sup>)**

Dari grafik 2 ditemukan peningkatan kekuatan pada umur 3, 7 dan 28 hari terdapat pada persentase *fly ash* 5% dan serbuk kaca 18 % yakni 8.53 % umur 3 hari, 4.74 % umur 7 hari dan 1.89 % umur 28 hari, Nilai persentase terendah terjadi pada beton + *fly ash* 5% + serbuk kaca 27 % yakni 26.21 % umur 3 hari, 27.38 % umur 7 hari dan untuk umur 28 hari terjadi di beton + *fly ash* 5% + serbuk kaca 24% yakni 23.06 %.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa penambahan *fly ash* dan serbuk kaca sebagai bahan tambah dapat meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal.

## SIMPULAN DAN SARAN

### simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi penambahan *fly ash* 5% dan serbuk kaca 18% dengan nilai kuat tekan karakteristik 312,81 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan yang optimum dan variasi

penambahan serbuk kaca 21% mulai mengalami penurunan kuat tekan.

2. Berdasarkan grafik 4.1 didapat bahwa semakin banyaknya penambahan *fly ash* dan serbuk kaca yang ditambah dalam campuran beton maka semakin kecil pula nilai slump.

### Saran

Setelah dilakukan penelitian mengenai Penambahan *fly ash* dan serbuk kaca maka dapat diberikan saran agar berguna pada penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Pada saat pencampuran beton harus dipastikan bahwa adukan beton tercampur dengan rata dan penyebaran bahan tambah yang digunakan harus merata supaya didapat hasil yang maksimal.
2. Sebaiknya setiap akan melakukan trial mix agregat di *Moisture Content* terlebih dahulu untuk mengetahui kadar air pada agregat yang akan digunakan.
3. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian dengan meningkatkan persentase *fly ash* sehingga dapat diketahui

penambahan yang optimal untuk persen *fly ash*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 2010. *Petunjuk Pelaksanaan Beton*, Direktorat Jendral Bina Marga, Indonesia.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang* Edisi Ketiga, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Junaidi Ahmad. 2015. "*Pemanfaatan Silica Gel Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton*". Prodi Sipil, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Kurniawan Akbhar. 2016. "*Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Uji Beton K-500*". Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*, Edisi kedua, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Pertiwi, Puri Dwi. 2015. "*Pengaruh Pemakaian Fly Ash dan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Pada Campuran Mutu Beton K-300*". Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Setiawati, Mira. "FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA BETON." *Prosiding Semnastek* (2018).
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*, Nafitri, Yogyakarta.