

# JURNAL TEKNIK SIPIL

## SUSUNAN REDAKSI

|                           |  |
|---------------------------|--|
| PENANGGUNG JAWAB          | : Rektor Universitas Bandar Lampung  |
| KETUA DEWAN PENYUNTING    | : IR. LILIES WIDOJOKO, MT  |
| DEWAN PENYUNTING          | : DR. IR. ANTONIUS, MT (Univ. Sultan Agung Semarang)<br>: DR. IR. NUROJI, MT (Univ. Diponegoro)<br>: DR. IR. FIRDAUS, MT (Univ. Sriwijaya)<br>: DR. IR. Hery Riyanto, MT (Univ. Bandar Lampung)<br>: APRIZAL, ST., MT (Univ. Bandar Lampung) |
| DESAIN VISUAL DAN EDITOR  | : FRITZ AKHMAD NUZIR, ST., MA(LA)  |
| SEKRETARIAT DAN SIRKULASI | : IB. ILHAM MALIK, ST, SUROTO ADI  |
| Email                     | : <a href="mailto:jtsipil@ubl.ac.id">jtsipil@ubl.ac.id</a>   |
| ALAMAT REDAKSI            | : Jl. Hi. Z.A. PAGAR ALAM NO. 26 BANDAR LAMPUNG - 35142<br>Telp. 0721-701979 Fax. 0721 – 701467  |

Penerbit  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Bandar Lampung

---

---

Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung (UBL) diterbitkan 2 (dua) kali dalam setahun yaitu pada bulan Oktober dan bulan April

---

---



# Jurnal Teknik Sipil UBL

---

Volume 6, Nomor 2, Oktober 2015

ISSN 2087-2860

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>Susunan Redaksi .....</b>  | <b>ii</b>  |
| <b>Daftar Isi.....</b>  | <b>iii</b> |
| <b>1. Uji Kekakuan Balok Dengan Sambungan Tulangan Baja Metode Sambungan Kait</b>   |            |
| Hery Riyanto.....   | 780-794    |
| <b>2. Perencanaan Check Dam Way Rarem Di Kabupaten Lampung Utara</b>  |            |
| Sugito .....  | 795-817    |
| <b>3. Analisa Dan Desain Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Bentuk Tiang</b>   |            |
| Lilies Widodojoko .....   | 818-842    |
| <b>4. Study Karakteristik Arus Lalu Lintas Berkaitan Dengan Populasi Penduduk Kota Batu Raja Kabupaten Ogan Komering Ulu Sumatera Selatan</b> |            |
| Juniardi.....   | 843-860    |
| <b>5. Pengaruh Penggunaan Semen Pozzolan Tipe-B Terhadap Kuat Tekan beton</b>   |            |
| A Ikhsan Karim.....   | 861-872    |

# PENGARUH PENGGUNAAN SEMEN POZZOLAN TIPE-B TERHADAP KUAT TEKAN BETON

A Ikhsan Karim

Dosen jurusan Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung

## Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku statis elemen struktur balok beton bertulang pracetak yang disambung dengan sambungan basah. Benda uji yang digunakan adalah balok beton bertulang 30 MPa dengan 6 buah tulangan utama diameter 8 mm yang diletakkan di atas dua tumpuan sendi rol pada masing-masing ujungnya mempunyai penampang prismatis segi empat  $10 \times 18 \text{ cm}^2$ . Sambungan basah adalah sambungan yang menggunakan bahan beton polimer 40 MPa dengan metoda penyambungan menggunakan metoda prepacked. Kajian perilaku statis pada model benda uji untuk mengetahui kekuatan lentur struktur, kekakuan dan pola retak struktur balok akibat beban statis yang diletakkan di tengah bentang. Beban statis adalah beban mempunyai arah dan besar tetap. Hasil kajian struktur beton yang disambung kemudian dibandingkan dengan struktur yang tanpa sambungan (monolit). Kekuatan balok dengan sambungan basah lebih kecil daripada kekuatan balok monolit.*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi, manusia tidak pernah jauh dari bangunan yang terbuat dari beton. Beton adalah materi bangunan yang paling banyak digunakan didunia. Dengan menggunakan beton dapat dibangun berbagai bentuk konstruksi sebagai contoh bendungan, jembatan, pipa saluran, fondasi, basement dan bangunan pencakar langit maupun jalan raya. Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik jenis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air. Beton digunakan karena bertahan terhadap kondisi lingkungan namun kekuatan beton bergantung dari beberapa faktor, sesuai dengan perbandingan unsur beton, temperatur, dan kelembaban.

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F mengenai bahan semen pada beton, semen yang dapat digunakan untuk pembuatan beton memerlukan jenis

semen yang ditentukan dalam standar Umum Bahan Bangunan Indonesia serta memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dan jika dalam pembuatan beton menggunakan semen pozzolan, maka semen tersebut harus memenuhi syarat mutu, kimia dan fisika.

Dalam Rancangan Standar Nasional Indonesia mengenai Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung disebutkan bahwa semen yang dapat digunakan pada pekerjaan konstruksi harus sesuai dengan semen yang digunakan pada perancangan proporsi campuran. Proporsi dan unsur pembentuk beton harus ditentukan secara proporsional sehingga menghasilkan kekenyalan atau kelecakan (workability) tertentu yang memudahkan adukan beton ditempatkan pada cetakan serta konsistensi yang menjadikan beton mudah dicor, ketahanan terhadap pengaruh lingkungan seperti ketahanan terhadap

sulfat, perlindungan korosi.

Semen yang mempunyai bahan tambahan pozzolan akan memiliki panas hidrasi yang lebih rendah karena kandungan C3A dalam semen berkurang, faktor air semen meningkat, workabilitas beton lebih baik, merubah waktu setting dan merubah kekuatan beton.

Semen pozzolan merupakan campuran semen portland dengan bahan pozzolan yang berupa kapur dan tras. Kecepatan pertambahan kekuatan semen pozzolan lebih rendah dari pada semen portland konvensional, terutama pada suhu rendah. Semen pozzolan mempunyai tahanan yang lebih tinggi terhadap disintegrasi kimia daripada semen portland dasar yang dikandungnya. Ketahanannya terhadap agresi sulfat mirip dengan semen portland tahan sulfat. Selain hal tersebut diatas semen pozzolan relatif murah dibandingkan semen portland. Akan tetapi harus dapat disesuaikan dengan proporsi yang direncanakan. Provinsi Lampung mempunyai pabrik semen pozzolan yang terletak di daerah Tanjung Bintang, Sribawono, Lampung Selatan. Pozzolan yang digunakan pada semen pozzolan ini bahan kapur dan tras yang ada di Provinsi Lampung. Ada dua tipe semen pozzolan yang diproduksi di Lampung menurut komposisi bahan pembentuknya, yaitu Pozzolan Tipe A untuk tujuan umum tahan sulfat sedang dan panas hidrasi sedang dan Pozzolan Tipe B untuk adukan dimana tidak diisyaratkan kekuatan awal yang tinggi, tahan sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dengan dasar pemikiran seperti uraian diatas, sebuah penelitian perlu dilakukan untuk mengkaji struktur beton dengan mortar semen yang

diperoleh dengan cara mencampurkan semen Pozzolan tipe B dengan semen Portland. Penelitian diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik yang ditimbulkan oleh beton saat diberikan beban tekan.

### 1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Persentase semen pozzolan yang digunakan adalah 0%, 25%, 50% dan 100% dari berat semen yang digunakan.
2. Bahan semen yang digunakan adalah semen portland baturaja jenis I dan semen pozzolan tipe B.
3. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7, 21, 28 hari
4. Benda uji yang digunakan adalah bentuk silinder dengan diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm.
5. Komposisi campuran yang digunakan adalah 1 volume semen, 2 volume pasir dan 3 volume batu pecah (1:2:3) ditambah air.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Melalui penelitian ini komposisi terbaik dari persentase campuran semen Pozzolan Tipe-B dan semen Portland Baturaja Tipe-I dengan indikator pengaruhnya terhadap kuat tekan beton akan dirumuskan. Empat komposisi campuran (0-100, 25-75, 50-50, 100-0) akan diuji untuk menentukan komposisi campuran terbaik dari keempat komposisi campuran yang dimaksud.

### 1.5. Outline Tugas Akhir

Bab 2 menjelaskan secara rinci sejarah perkembangan semen Pozzolan. Pada bab ini uraian teori tentang bahan pembentuk Beton Pozzolan seperti semen, pasir (agregat halus), batu pecah (agregat kasar) dan air akan disajikan. Uraian teori semen pozzolan sebagai bahan alternatif bahan pengisi beton juga akan disajikan.

Bab 3 menjelaskan mengenai metode-metode penelitian yang digunakan, prosedur penelitian, peralatan yang digunakan dalam penelitian, pengujian benda uji dan analisa hasil pengujian. Pada lembaran terakhir dibuat bagan alir penelitian. Dijelaskan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan.

Bab 4 dijelaskan tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan. Selanjutnya, kesimpulan dan saran yang akandisampaikan pada Bab 5.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Umum

Bab ini menjelaskan secara rinci sejarah perkembangan semen dan beton, bahwa beton merupakan salah satu bahan bangunan konstruksi yang banyak digunakan dalam berbagai struktur, beton umumnya juga banyak digunakan karena memiliki sifat tahan terhadap kondisi lingkungan serta biaya perawatan yang lebih ekonomis.

Didalam campuran beton, air mempunyai fungsi untuk memungkinkan reaksi kimia pada waktu pengikatan dan pengerasan dan juga sebagai pelincir bahan-bahan campuran beton seperti agregat kasar, agregat halus dan semen agar mempermudah pencetakan. Semen dan air dikombinasikan dalam proporsi tertentu, untuk semen portland bagian berat semen membutuhkan 25% air dari berat semen sedangkan semen pozzolan membutuhkan 30% air dari berat semen. Beton yang mengandung proporsi air yang sedikit akan menjadi sangat kering dan tidak dapat dipadatkan. Oleh karena itu dibutuhkan penambahan air untuk menambah kelecakan agar dapat dikerjakan.

### 2.2. Sejarah Semen dan Beton

Sejak peradaban membangun dimulai, manusia mencari bahan sejenis semen untuk mengikat batu-batuan menjadi massa yang terbentuk dan utuh. Tidak diketahui siapa yang berusaha membuat beton untuk pertama kalinya.

Sebuah bangunan tua yang ditemukan dari tahun 6500 sebelum Masehi ditepian Sungai Danube di Lepenski Vir (mantan negara Yugoslavia) dengan lantai yang berbentuk trapesium tebalnya 25 cm dibuat dari campuran kapur merah, pasir dan krikil, lalu ditambahkan air. Beton tersebut kemudian dituang dan dipadatkan membentuk lantai.

Sekitar tahun 300 SM orang Romawi menyempurnakan perekat tersebut diatas, dengan memakai gamping pada bangunan koloseum dan berbagai struktur lainnya. Penemuan ini sangat berpengaruh pada bangunan 400 tahun berikutnya karena material tersebut bukanlah pasir tetapi abu gunung merapi yang mengandung silika dan alumina, yang kombinasinya secara kimiawi dengan kapur yang menghasilkan apa yang dikenal sebagai semen pozzolan.

### 2.3. Beton

Beton adalah material komposit yang rumit, terdiri dari bahan campuran antara semen, agregat halus dan kasar serta air disertai rongga-rongga udara. Pada beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar dan ruangan antara agregat harus terisi dengan mortar. Maka kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Masing-masing unsur sendiri adalah benda yang kompleks. Semen terdiri dari banyak unsur. Demikian pula dengan agregat memiliki ukuran, bentuk, kualitas permukaan, berat jenisnya juga berbeda-beda. Maka beton dapat dianggap sebagai material

komposit dari komposit. Sifat beton segar sebelum dipadatkan seperti material berbutir (granular), sedangkan setelah menjadi massa yang padat masih mungkin terjadi deformasi plastis. Sifat beton keras juga bersifat elastis namun bisa bersifat non-elastis.

Karena pengikatannya semen hidraulis, reaksi semen dengan air sering mengakibatkan susut selama pengeringan, sehingga beton penuh dengan cacat seperti retak-retak rambut, bahkan sebelum menerima beban. Proses perawatan atau curing setelah beton dipadatkan perlu diperhatikan juga agar beton dapat mencapai kekuatan maksimal.

Meskipun beton dibuat dengan proporsi yang sudah tertentu, bisa terjadi variasi dari satu takaran ke takaran yang lain. Variasi bisa terjadi pada masing-masing bahan yang masuk ke dalam pengadukan, khususnya agregat. Variasi bisa juga terjadi pada proses, mulai dari penakaran, pengadukan, penuangan, pemadatan, maupun perawatan. Untuk menghasilkan beton yang berkualitas baik harus sesuai dengan rencana, konsisten, seragam, dan bernilai ekonomis.

#### 2.4. Semen

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif, yaitu bahan pengikat mineral menjadi satu kesatuan yang solid. Semen berfungsi sebagai perekat butiran-butiran halus dan kasar (agregat) yang mengakibatkan pembentukan suatu massa yang padat. (Sebayang, 2000)

Ada dua macam semen, yaitu semen hidraulis dan semen non-hidraulis. Semen non-hidraulis adalah semen (perekat) yang dapat mengeras

tetapi tidak stabil dalam air. Semen hidraulis adalah semen yang akan mengeras bisa bereaksi dengan air, tahan terhadap air (water resistance) dan stabil di dalam air setelah mengeras. Sebagai contoh pada kasus untuk semen non-hidraulis yaitu gypsum dan kapur keras. Gypsum mengeras bila bereaksi dengan air tetapi akan larut dalam air sedangkan kapur keras tidak mengeras bila bereaksi dengan air melainkan akan mengeras bila bereaksi dengan  $\text{CO}_2$ . Setelah mengeras maka akan tahan terhadap air.

#### 2.4.1 Semen Portland

Semen portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker dari hasil pembakaran batu kapur dan tanah liat dengan temperatur yang tinggi, terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan, yaitu gypsum.

Berat jenis semen berkisar pada 3,15 (Tri Mulyono, 2003). Pembuatan semen terdiri dari dua proses yaitu basah dan kering (Sebayang, 2002) serta bahan dasar dari semen portland ada 4 kelompok bahan mentah:

Silika ( $\text{SiO}_2$ ) ditulis [ S ]

Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ditulis [ A ]

Kapur ( $\text{CaO}$ ) ditulis [ C ]

Ferrit Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ditulis [ F ]

Semen portland dibuat dari 4 bahan diatas, dipilih secara selektif dan proses dikontrol. Setelah pembakaran, ditambah dengan gypsum untuk mengatur waktu set (setting time) mortar atau beton.

Dan 4 (empat) senyawa kimia yang utama dari semen portland

antara lain:

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Trikalsium Silikat         | → | 3CaO.SiO <sub>2</sub> (C <sub>3</sub> S)  |
| Dikalsium Silikat          | → | 2CaO.SiO <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> S)  |
| Trikalsium Aluminat        | → | 3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (C <sub>3</sub> A)                                  |
| Tetrakalsium Aluminoferrit | → | 4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (C <sub>4</sub> AF) |

Serta unsur-unsur kimia yang terdapat dalam semen adalah kapur, silika, alumina dan oksida besi. Untuk mengetahui komposisi umum oksida-oksida semen portland dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Komposisi umum oksida-oksida semen Portland**

| Oksida                         | Notasi Pendek | Nama Umum       | % Berat |
|--------------------------------|---------------|-----------------|---------|
| CaO                            | C             | Kapur           | 63      |
| SiO <sub>2</sub>               | S             | Silika          | 22      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | A             | Alumina         | 6       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | F             | Ferrit oksida   | 2,5     |
| MgO                            | M             | Magnesia        | 2,6     |
| K <sub>2</sub> O               | K             | Alkalis         | 0,6     |
| Na <sub>2</sub> O              | N             | Disodium oksida | 0,5     |
| SO <sub>3</sub>                | S             | Sulfur dioksida | 2       |

Terlihat sifat yang berbeda dari masing-masing komponen utama diatas, Jenis dari semen portland di Indonesia dibagi menjadi 5 Tipe yaitu:

a. Tipe I

Semen portland untuk tujuan umum. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.

b. Tipe II

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

c. Tipe III

Semen portland dengan kekuatan yang tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu. Semen jenis ini umum dipakai ketika acuan harus dibongkar cepat atau ketika struktur harus cepat dipakai.

d. Tipe IV

Semen portland dengan panas hidrasi rendah, yang dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan

jumlah panas yang timbul harus minimum.

e. Tipe V

Semen portland tahan sulfat, yang dipakai untuk menghadapi aksi sulfat yang ganas.

**2.4.2 Semen Pozzolan**

Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa-senyawa kalsium hidroksida pada suhu normal membentuk senyawa kalsium silikat hidrat dan kalsium silikat hidrat yang bersifat hidraulis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah.

Sesuai dengan ASTM C618-86, pozzolan sendiri tidak mempunyai sifat perekat seperti semen, tetapi bila bertemu dengan Ca(OH)<sub>2</sub> dalam kelengasan, yang dapat bereaksi secara lambat, membentuk kalsium silikat hidrat. Pozzolan dibedakan menjadi 3 (tiga) kelas yaitu kelas N, C dan F. Pozzolan mempunyai mutu yang baik apabila jumlah kadar SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tinggi dan reaktifitasnya tinggi terhadap kapur.

Ketiga kelas pozzolan tersebut adalah sebagai berikut (Mordock dan Brook, 1991):

a. Pozzolan Kelas N

Yaitu Pozzolan alam atau hasil pembakaran, Pozzolan yang dapat digolongkan antara lain tanah diatomic, opaline chertz dan shales, tuff, danabu vulkanik, dimana bisa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui pembakaran. Selain itu

juga mempunyai sifat pozzolan yang baik.

b. Pozzolan Kelas C

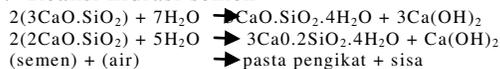
Yaitu jenis fly ash yang mengandung CaO diatas dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub bitumen batu bara (batu bara muda).

c. Pozzolan Kelas F

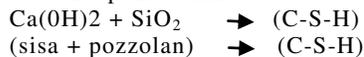
Yaitu Jenis fly ash yang mengandung CaO lebih kecil dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batu bara.

Pozzolan yang ditambahkan pada campuran adukan beton sampai batas tertentu dapat , mengakibatkan semen untuk memperbaiki kelecakan dan menambah ketahanan beton dari serangan kimiawi (Swami, 1986). Penambahan bahan Pozzolan juga dapat meningkatkan kekuatan beton. Hal ini karena terjadi reaksi pengikat kapur bebas, sisa proses hidrasi semen dan air. Dengan bahan Pozzolan ini, sisa hasil reaksi hidrasi semendapat menghasilkan semacam gel yang berfungsi sebagai perekat, yang dapat diilustrasikan sebagai berikut (Swami, 1986):

1. Reaksi hidrasi semen



2. Reaksi pozzolonik



Jenis pozzolan menurut proses pembentukannya dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Pozzolan Alamiah

Adalah bahan alam yang merupakan sedimentasi dari tras atau abu gunung berapi yang mengandung silika aktif, yang bisa dicampur dengan kapur padam akan mengadakan proses sedimentasi.

2. Pozzolan Buatan

Adalah abu terbang (fly-ash) atau berupa sisa pembakaran dari tungku, maupun hasil pemanfaatan limbah.

Provinsi Lampung mempunyai pabrik semen pozzolan yang terletak di daerah Tanjung Bintang, Sribawono, Lampung Selatan. Bahan Pozzolan yang digunakan pada semen pozzolan ini bahan kapur dan tras yang ada di Provinsi Lampung. Ada dua type semen pozzolan yang diproduksi di Lampung menurut komposisi bahan pembentuknya, yaitu Type A dan Type B.

Tabel 2.2 Komposisi semen pozzolan Type A dan Type B

| Tipe | Komposisi (%) |       |       |
|------|---------------|-------|-------|
|      | TRAS          | KAPUR | SEMEN |
| A    | 30            | 15    | 35    |
| B    | 55            | 20    | 25    |

2.5. Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 60-70% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Agregat berupa material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat suatu beton semen hidraulik atau adukan (SK-SNI T-15-1991). Agregat lebih murah daripada semen maka akan ekonomis bila agregat dimasukan sebanyak mungkin selama secara teknis memungkinkan, dan kandungan semennya minimum. Meskipun agregat dianggap sebagai material pasif, berperan sebagai pengisi saja, kini disadari adanya kontribusi positif agregat pada sifat beton, seperti stabilitasi volume, ketahanan abrasi, dan ketahanan umum (durability) diakui. Bahkan beberapa sifat fisik beton secara langsung tergantung pada sifat agregat, seperti kepadatan, panas jenis, dan modulus elastisitas. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya,

yaitu agregat kasar dan agregat halus. Dimana batasan antara agregat kasar dengan agregat halus dibedakan antara batasan ukuran antara agregat. Agregat halus dan agregat kasar yang biasa dipakai untuk pembuatan beton harus dapat memenuhi syarat-syarat yang ditentukan seperti berat jenis pada kondisi Saturated Surface Dry (S SD) dan pada kondisi kering serta besar penyerapan. Berat jenis agregat berkisar antara 2,5 - 2,75 dan penyerapan air pada agregat halus berkisar antara 1% sampai 2%.

### 2.5.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm. Pasir alam jarang tergradasi dengan baik. Ini dapat dikoreksi dengan menambahkan pasir campuran, memecahkan sebagian dan ukuran yang besar, atau dengan membuang ukuran besar yang berlebihan jumlahnya. Persyaratan umum agregat halus yaitu terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $< 2,2$ , memiliki sifat kekal, tidak mengandung lumpur lebih dari 5%, memiliki daya tahan terhadap Natrium Sulfat dan Magnesium Sulfat, tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak, mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 - 3,8 (Teknologi Beton, Mulyono.T) untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi reaksi pasir terhadap alkali harus negatif. Kegunaan agregat halus sebagai mengisi ruang antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan yang berfungsi hall bearing. Kelecakan dalam arti menambah mobilitas sehingga mengurangi friksi antar butir agregat kasar. Makin banyak makin baik, namun dari sudut lain menyebabkan kebutuhan semen semakin banyak.

### 2.5.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang berupa kerikil hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari alat pemecah batu (stone crusher) yang mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm. Umumnya agregat kasar mempunyai modulus kehalusan antara 5-8 (Teknologi Beton, Mulyono.T). Persyaratan mutu agregat kasar ialah terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori, mengandung butir-butir pipih yang dapat dipakai apabila jumlah butir-butir tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya, bersifat kekal dimana memiliki ketahanan terhadap pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan, sifat kekal terhadap larutan garam jenuh sulfat, tidak memiliki kandungan zat-zat yang dapat merusak beton seperti zat-zat reaktif alkali, tidak mengandung lumpur  $> 1\%$  terhadap berat keringnya, terdiri dari ukuran butir-butir yang bervariasi sesuai dengan ketentuan yang diisyaratkan dan besar butir agregat tidak lebih dari  $1/5$  jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan,  $1/3$  dari tebal pelat atau  $3/4$  dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

### 2.6. Air

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (workable). Air merupakan bahan yang penting pada beton yang menyebabkan terjadinya reaksi kimia dengan semen. Apabila terjadi keraguan akan kualitas air untuk campuran beton sebaiknya dilakukan pengujian kualitas air atau diadakan *trial mix*.

Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penguangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Hukum kadar air konstan mengatakan: "Kadar air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu hampir konstan tanpa tergantung pada jumlah semen, untuk kombinasi agregat halus dan kasar tertentu. "Hukum ini tidak sepenuhnya berlaku untuk seluruh kisaran (*range*), namun cukup praktis untuk penyesuaian perencanaan dan koreksi.

Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor dibawah ini:

- a. Ukuran agregat maksimum: diameter membesar → kebutuhan air menurun (begitupula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit)
- b. Bentuk butir: bentuk bulat → kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air)
- c. Gradasi agregat: Gradasi baik → kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- d. Kotoran dalam agregat: Makin banyak silt, tanah liat dan lumpur kebutuhan air meningkat.
- e. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar): Agregat halus lebih sedikit kebutuhan air menurun.

Serta dengan kata lain persyaratan air sebagai bahan bangunan untuk campuran beton harus memenuhi syarat bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda-benda lainnya yang dapat dilihat secara visual, tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/liter, tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gr/liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m, bila dibandingkan

dengan kuat tekan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan kuat tekan beton yang memakai air yang diperiksa tidak boleh lebih dari 10%, harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya dan khusus untuk beton prategang, kecuali syarat-syarat tersebut diatas, air tidak boleh mengandung Chlorida lebih dari 50 p.p.m.

## 2.7. Sifat Beton

Dari pemakaiannya yang begitu luas maka dapat diduga sejak dini bahwa struktur beton mempunyai banyak keunggulan dibanding materi struktur yang lain, namun harus dapat mengetahui kelemahan pada beton dan mengetahui cara mengatasinya. Secara lebih rinci sifatnya keunggulannya demikian:

- a. Ketersediaan (availability) material dasar agregat dan air pada umumnya bisa didapat dari lokal setempat. Semen juga bisa didapat dari local setempat, bila tersedia. Dengan demikian, biaya pembuatan relatif lebih murah karena semua bahan bisa didapat didalam negeri, bahkan bias setempat.
- b. Kemudahan untuk digunakan (versatility) Beton bisa dipakai untuk berbagai struktur, seperti bendungan, fondasi, jalan, pipa, perlindungan dari radiasi. Beton ringan bisa dipakai untuk blok dan panel.
- c. Kemampuan beradaptasi (adaptability) Beton dapat dicetak dengan bentuk apapun dan ukuran berapapun, misalnya pada struktur cangkang (shell) maupun bentuk-bentuk khusus 3 dimensi.

Untuk keperluan perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka tentang sifat-sifat adukan beton maupun sifat-sifat beton setelah mengeras perlu diketahui. Sifat-sifat tersebut antara lain:

### 1. Durability (Keawetan)

Merupakan kemampuan beton bertahan pada kondisi yang telah direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang

direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen maksimum maupun pembatasan dosis semen minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan.

## 2. Kuat Tekan

Kuat tekan beton ditentukan berdasarkan pembebanan uniaksial benda uji beton sesuai dengan standar uji beton

## 3. Kuat tarik

Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari kuat tekannya, yaitu berkisar antara 10%-15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton mempunyai sifat yang penting untuk memprediksi retak dan defleksi balok

## 4. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah perbandingan antara kuat tekan beton dengan regangan beton biasanya ditentukan pada 25%-50% dari kuat tekan

## 5. Creep (Rangkak)

Perubahan bentuk dibawah beban tetap. Pemberian beban pada beton pertama-tama akan menyebabkan deformasi elastis. Pemberian beban yang diperpanjang durasinya akan menyebabkan deformasi yang lambat yang disebut rangkak (creep).

## 6. Shrinkage (Susut)

Didefinisikan sebagai perubahan volume yang terjadi ketika air masuk atau keluar dari gel semen, atau ketika air mengubah keadaan fisik atau kimiawinya didalam pasta.

## 7. Workability (Kelecekan)

Kemudahan suatu campuran beton segar untuk dikerjakan dan dipadatkan.

## 2.8. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan meletakkan benda uji berbentuk silinder dengan berdiameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm pada alat uji kuat tekan beton (Compresión Testing

Mechine) diatas 1 perletakan kemudian diberikan beban merata. Pada dial dapat dilihat hasil pengaruh kuat tekan dari benda uji sampai dial tidak mengalami kenaikan atau bahkan turun pada titik nol.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Umum

Tujuan utama mempelajari sifat-sifat beton adalah untuk perencanaan campuran (Mix Design) yaitu pemilihan dari bahan-bahan beton yang memadai, serta menentukan proporsi masing-masing bahan untuk menghasilkan beton yang ekonomis dengan kualitas yang baik. Dalam bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan seperti pengujian bahan-bahan dasar campuran beton sampai pengujian kuat tekan pada sample.

### 3.2. Bahan Dasar Beton

Agregat halus yang digunakan untuk membuat mortar beton, diuji sifat-sifatnya terlebih dahulu. Hasil-hasil pengujian agregat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan detail hasil pengujian disampaikan pada Lampiran A1 sampai dengan A9.

**Tabel 3.1. Hasil pengujian sifat-sifat agregat halus dan kasar**

| No | Jenis Pengujian             | Hasil Pengujian     |                     |
|----|-----------------------------|---------------------|---------------------|
|    |                             | Agregat Halus       | Agregat Kasar       |
| 1  | Analisa saringan            | Baik <sup>(1)</sup> | Baik <sup>(1)</sup> |
| 2  | Kadar Lumpur                | 0,69                | -                   |
| 3  | Modulus Kehalusan           | 3,02                | 7,24                |
| 4  | Berat jenis SSD             | 2,57                | 2,65                |
| 5  | Berat Jenis Semu (Apparent) | 2,66                | 2,75                |
| 6  | Berat Jenis (Bulk)          | 2,52                | 2,59                |
| 7  | Penyerapan                  | 2,14                | 2,20                |
| 8  | Kadar Air Agregat           | 4,28                | 1,80                |

*Catatan:*

(1). Memenuhi Standar ASTM C33-90

### 3.3. Waktu Pengikatan Semen

Waktu pengikatan diukur mulai dari waktu penambahan air sampai dengan

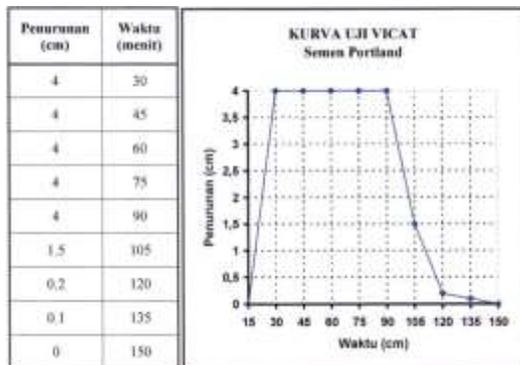
pasta semen dengan konsistensi standar telah mencapai derajat kekakuan tertentu dengan menggunakan Alat Vicat.

Waktu pengikatan diukur dalam 2 (dua) tahapan yaitu:

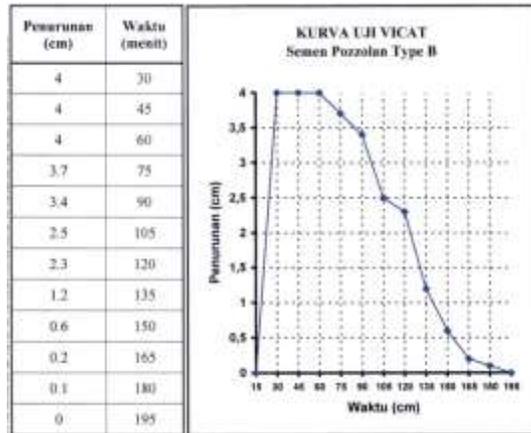
1. Waktu Pengikatan Awal (Initial Setting Time) adalah waktu dimana jarum diameter 1.13 mm akan penetrasi 40 mm kedalam pasta standar.
2. Waktu Pengikatan Akhir (Final Setting Time) adalah waktu dimana ujung jarum alat vicat tidak akan meninggalkan bekas pada dasar atas permukaan benda uji (Pasta Semen) dalam wadah standar.

Untuk mendapatkan waktu pengikatan semen dilaksanakan pengukuran pada benda uji yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan dengan menggunakan alat Vikat Gillmore. Hasil pengujian waktu pengikatan semen baturaja dan Ponzolan disajikan berturut-turut pada Tabel 4.2 dan 4.3.

**Tabel 3.2 Hasil pengujian waktu pengikatan semen Portland Baturaja**



**Tabel 3.3 Hasil pengujian waktu pengikatan semen Pozzolan Type B**



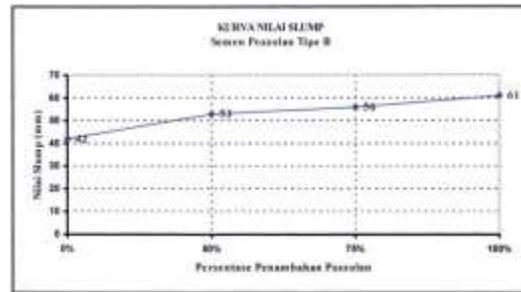
Berdasarkan hasil dari kedua batasan waktu pengikatan benda uji dengan tes alat vicat memperlihatkan semen portland lebih cepat mengeras dibanding semen pozzolan, karena semen portland hanya membutuhkan waktu 150 menit sedangkan pozzolan tipe-B membutuhkan waktu 195 menit untuk mengeras.

### 3.4. Kebutuhan Material Untuk Campuran Beton

Dalam penelitian ini komposisi campuran beton yang menggunakan semen Portland kelas I baturaja dan semen pozzolan menggunakan perbandingan berat 1:2:3 dengan water cement ratio 0.65 disajikan pada Tabel 3.4 Jumlah kebutuhan total material untuk 40 buah sample. Uraian lebih lengkap tentang kebutuhan material untuk campuran beton dilampirkan pada Lampiran B-1.

**Tabel 3.4 Kebutuhan Total Material Untuk 40 Buah Sample**

| Komposisi      | Persentase Penggunaan Material (kg) |
|----------------|-------------------------------------|
| Semen Portland | 4,658                               |
| Semen Pozzolan | 5,627                               |
| Pasir          | 20,874                              |
| Agregat Kasar  | 32,263                              |
| Air            | 2,636                               |



**Gambar 3.1**  
Hubungan nilai slump dengan persentase penggunaan Semen Pozzolan Tipe - B

### 3.5. Keleccakan Adukan Beton (workability)

Keleccakan (workability) adalah indikator dari tingkat kemudahan dalam mengerjakan adukan beton dalam penuangan dan pemadatan agar tidak menyebabkan munculnya efek negatif berupa pemisahan. Pemeriksaan keleccakan mortar dilakukan dengan uji slump. Slump test adalah pengujian paling sederhana dan yang paling sering digunakan. Karenanya keleccakan beton segar sering diindentikkan dengan slumpnya. Berkurangnya keleccakan akibat cuaca panas, misalnya, disebut sebagai slump loss. Uji slump berguna untuk mengecek adanya perubahan dari kadar air, bila material dan gradasi agregat adalah seragam. Bila jumlah air adalah konstan dan kadar air didalam agregat juga konstan maka slump test berguna untuk menunjukkan adanya perbedaan pada gradasi atau adanya perbandingan berat yang salah. Dalam penelitian ini, hasil dari pengukuran slump untuk masing-masing tipe campuran disajikan pada Tabel 3.5 dan Gambar 3.1 berikut ini.

**Tabel 3.5 Nilai Slump pada penelitian campuran beton**

| Persentase Penggunaan Semen Pozzolan | Nilai Slump (mm) |
|--------------------------------------|------------------|
| 0%                                   | 42               |
| 50%                                  | 53               |
| 75%                                  | 56               |
| 100%                                 | 61               |

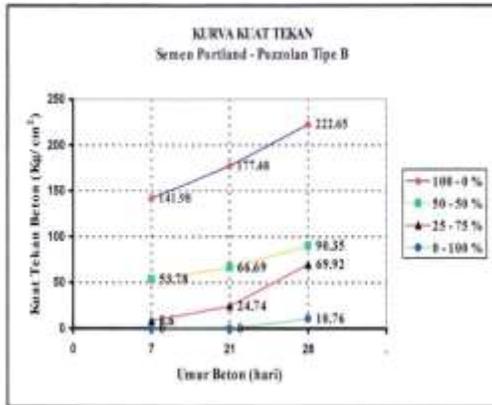
### 3.6. Kuat Tekan Beton

Benda uji yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan sample yang tidak umum digunakan di Indonesia yaitu sistem UCS (*Unconfined Compression Strength*) untuk itu perlu dikonversi ke benda uji kubus, sedangkan mutu beton yang dipakai di Indonesia adalah silinder maka kuat tekan kubus tadi dikonversi kedalam kuat tekan silinder.

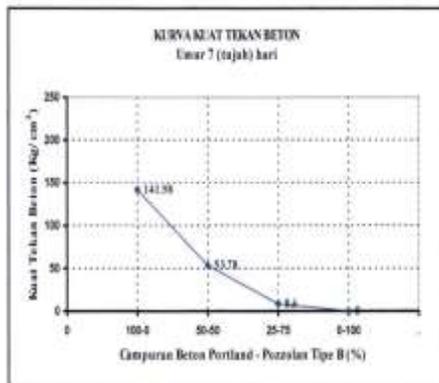
$$\text{Kuat Tekan} = P \times 1000 \times U_2 / (L \times U_1)$$

$P$  = Pembacaan dial (Ton)  
 $L$  = Luas permukaan benda uji (% . n . D)  
 $U_1$  = koefesien benda uji UCS ke kubus (0,65)  
 $U_2$  = koefesien benda uji kubus ke silinder (0,83) [Standar ACI, SNI ]

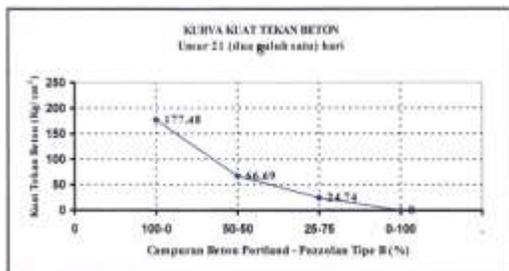
Hasil pengujian kuat tekan beton terhadap usia beton untuk masing-masing benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan terhadap persentase penggunaan semen portland dan semen pozzolan tipe B untuk tiap usia beton dapat dilihat pada Gambar 3.3, 3.4 dan 3.5 serta uraian hasil pembacaan dial pada alat CTM (Compresión Testing Machine) dan perhitungan kuat tekan beton terhadap usia beton dapat dilihat pada Lampiran C-1, C-2, C-3 dan C-4.



**Gambar 3.2**  
Hubungan kuat tekan beton terhadap umur beton untuk setiap persentase penggunaan semen pozzolan tipe-B



**Gambar 3.3**  
Hubungan kuat tekan beton pada umur 7 hari terhadap persentase penggunaan semen pozzolan tipe-B



**Gambar 3.4**  
Hubungan kuat tekan beton pada umur 21 hari terhadap persentase penggunaan semen pozzolan tipe-B

# INFORMASI UNTUK PENULISAN NASKAH

## JURNAL TEKNIK SIPIL UBL

### Persyaratan Penulisan Naskah

1. Tulisan/naskah terbuka untuk umum sesuai dengan bidang teknik sipil.
2. Naskah dapat berupa :
  - a. Hasil penelitian, atau
  - b. Kajian yang ditambah pemikiran penerapannya pada kasus tertentu, yang belum dipublikasikan,

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Naskah berupa rekaman dalam Disc (disertai dua eksemplar cetaknya) dengan panjang maksimum dua pupul halaman dengan ukuran kertas A4, ketikan satu spasi, jenis huruf Times New Roman (font size 11).

Naskah diketik dalam pengolah kata MsWord dalam bentuk siap cetak.

### Tata Cara Penulisan Naskah

1. Sistematika penulisan disusun sebagai berikut :
  - a. Bagian Awal : judul, nama penulis, alamat penulis dan abstrak (dalam dua bahasa : Indonesia dan Inggris)
  - b. Bagian Utama : pendahuluan (latar belakang, permasalahan, tujuan) , tulisan pokok (tinjauan pustaka, metode, data dan pembahasan.), kesimpulan (dan saran)
  - c. Bagian Akhir : catatan kaki (kalau ada) dan daftar pustaka.Judul tulisan sesingkat mungkin dan jelas, seluruhnya dengan huruf kapital dan ditulis secara simetris.
2. Nama penulis ditulis :
  - a. Di bawah judul tanpa gelar diawali huruf kapital, huruf simetris, jika penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
  - b. Di catatan kaki, nama lengkap dengan gelar (untuk memudahkan komunikasi formal) disertai keterangan pekerjaan/profesi/instansi (dan kotanya, ); apabila penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
3. Abstrak memuat semua inti permasalahan, cara pemecahannya, dari hasil yang diperoleh dan memuat tidak lebih dari 200 kata, diketik satu spasi (font size 11).
4. Teknik penulisan :

Untuk kata asing dituskan huruf miring.

  - a. Alenia baru dimulai pada ketikan kelima dari batas tepi kiri, antar alinea tidak diberi tambahan spasi.
  - b. Batas pengetikan : tepi atas tiga centimeter, tepi bawah dua centimeter, sisi kiri tiga centimeter dan sisi kanan dua centimeter.
  - c. Tabel dan gambar harus diberi keterangan yang jelas.
  - d. Gambar harus bisa dibaca dengan jelas jika diperkecil sampai dengan 50%.
  - e. Sumber pustaka dituliskan dalam bentuk uraian hanya terdiri dari nama penulis dan tahun penerbitan. Nama penulis tersebut harus tepat sama dengan nama yang tertulis dalam daftar pustaka.
5. Untuk penulisan keterangan pada gambar, ditulis seperti : gambar 1, demikian juga dengan Tabel 1., Grafik 1. dan sebagainya.
6. Bila sumber gambar diambil dari buku atau sumber lain, maka di bawah keterangan gambar ditulis nama penulis dan tahun penerbitan.
7. Daftar pustaka ditulis dalam urutan abjad nama penulisan dan secara kronologis : nama, tahun terbit, judul (diketik miring), jilid, edisi, nama penerbit, tempat terbit.