

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN CAMPURAN AGREGAT LOKAL (BATU PECAH SELANGIT PASIR SIRING AGUNG)

Santi Sani

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musi Rawas
Jalan Sultan Mahmud Badarrudin II, Air Kuti, Lubuklinggau Timur I, Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan
Email : santisanist@yahoo.co.id

Abstrak: Beton dalam teknik sipil memegang peranan penting karena sering kali digunakan sebagai struktur dalam konstruksi beton. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton tersebut. Bahan pencampur beton adalah agregat kasar (*split*) agregat halus (pasir), semen dan air. Bahan tersebut harus dicampur sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan suatu kekuatan rata-rata yang diinginkan. Bahan material beton tersebut banyak juga terdapat di wilayah Kabupaten Musi Rawas sebagai sumber daya alam yang melimpah dan salah satunya adalah agregat kasar dari daerah Selangit Kecamatan Selangit dan pasir dari daerah Siring Agung Kecamatan Tugumulyo. Setelah melakukan pengujian agregat kasar (*split*) dan agregat halus (pasir) dan dinyatakan bahan tersebut dapat dipakai sebagai bahan pencampur beton untuk pembuatan struktur pada konstruksi bangunan. Pada perancangan beton ini dilakukan pendekatan yaitu dengan kuat tekan yang diinginkan yaitu sebesar 20 MPa maka campuran beton yang dipakai adalah 1 : 1,52 : 3,83 untuk 3 spesimen campuran dengan susunan campuran beton teoritis tiap m³ semen *Portland* 333,33 kg, Air 190 kg, Agregat halus 510,07 kg, Agregat kasar 1311,60 kg. Hasil didapatkan adalah pada umur 28 hari rata-rata kuat tekan beton sebesar 303,70 kg/cm² atau 25, 20 MPa melampaui kuat tekan yang telah ditetapkan. Penelitian yang dilakukan menghasilkan bahwa bahan agregat halus (pasir) Siring Agung dan agregat kasar Selangit dapat dipakai sebagai bahan campuran beton sebagai struktur konstruksi beton.

Kata kunci: Kuat tekan beton, agregat halus, agregat kasar, campuran beton

PENDAHULUAN

Struktur beton dalam konstruksi teknik sipil digunakan dalam banyak hal, seperti pondasi, kolom, balok, plat, bendung dan lain-lain. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton tersebut. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki maka semakin tinggi pula mutu beton yang harus dihasilkan. Beton harus dirancang dengan proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kekuatan tekan rata-rata yang disyaratkan (Mulyono, 2003). Kekayaan alam Kabupaten Musi Rawas dan Kota Lubuklinggau terdiri dari berbagai macam, termasuk diantaranya bahan material beton yaitu air, semen, agregat dan pasir. Terdapat

banyak *quarry* di daerah Kabupaten Musi Rawas dan Kota Lubuklinggau yang harus dimanfaatkan untuk pembangunan daerah guna mewujudkan kesejahteraan masyarakat. Tetapi diperlukan adanya penelitian guna mengetahui seberapa besar kualitas material tersebut untuk dapat membentuk struktur beton dengan kualitas yang diinginkan. Tujuan penelitian :

- a. Mengetahui hasil untuk uji kualitas bahan material beton khususnya dengan agregat kasar (batu pecah) Selangit dan Pasir Siring Agung
- b. Mengetahui sifat agregat kasar (batu pecah) Selangit dan Pasir Siring Agung sebagai bahan campuran beton
- c. Mengetahui perencanaan campuran beton (*concrete mix design*) adukan Pasir Siring Agung, batu pecah Selangit dan Semen *Portland* menggunakan

kadar air maksimum dengan kuat tekan sebesar 20 MPa.

Manfaat Penelitian :

- a. Dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan kualitas bahan material batu pecah Selangit dan Pasir Siring Agung bagi para pelaksana infrastruktur dan masyarakat yang akan menggunakan material lokal khususnya di wilayah sekitar Kabupaten Musi Rawas dan Kota Lubuklinggau.
- b. Dengan diketahui sifat-sifat agregat batu pecah Selangit dan Pasir Siring Agung maka digunakan sebagai salah satu alternatif bahan campuran beton.
- c. Sebagai upaya untuk melaksanakan perencanaan campuran beton (*concrete mix design*) adukan Pasir Siring Agung, batu pecah Selangit dan Semen *Portland* menggunakan kadar air maksimum dengan kuat tekan sebesar 20 MPa.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton adalah suatu campuran antara air, pasir, semen dan koral. Struktur beton dalam konstruksi teknik sipil digunakan banyak hal, seperti pondasi, kolom, balok, plat, bendung dan lain-lain. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton tersebut. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki maka semakin tinggi pula mutu beton yang harus dihasilkan. Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kekuatan tekan rata-rata yang disyaratkan (Mulyono, 2003).

Perancangan beton

- a. Kuat Tekan Rencana (MPa)

Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata yang memenuhi syarat berdasarkan data standar deviasi hasil uji kuat tekan. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan kubus bersisi 150 mm dengan mengkonversikannya ke dalam persamaan:

$$f'_c = \left[0.76 + 0.2 \log \left(\frac{f'_{ck}}{15} \right) \right] f'_{ck} \quad (1)$$

Di mana:

f'_c = kuat tekan beton yang disyaratkan MPa

f'_{ck} = kuat tekan beton, MPa dari kubus

Data kuat tekan beton dicatat untuk umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

- b. Pemilihan proporsi campuran
Penentuan proporsi campuran beton adalah tindakan pertama dalam proses *design* campuran untuk mencapai mutu yang diinginkan. Rencana kekuatan beton didasarkan pada hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen. Pemilihan proporsi campuran beton harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 1. Untuk beton dengan kuat tekan f'_c lebih dari 20 MPa, proporsi campuran percobaan harus didasarkan pada campuran berat (PB, 1989)
 2. Untuk beton dengan kuat tekan f'_c hingga 20 MPa, proporsi campuran percobaan disarankan pada campuran volume (ASTM C.685). Penakaran volume didasarkan pada proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume berdasarkan berat satuan volume dari masing-masing bahan.
- c. Bahan Campuran
 - a) Semen *Portland*
Arti kata semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif, yaitu bahan pengikat. Menurut Standar Industri Indonesia dalam Nugraha (2007), "definisi semen *portland* adalah semen hidrolis yang

dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidroulis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan yaitu gypsum”.

b) Air Campuran

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton.

c) Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar maka peran agregat ini jadi penting. Agregat yang dapat dipakai untuk beton harus memenuhi syarat-syarat :

- a. Agregat tersebut bersih
- b. Keras
- c. Bebas dari sifat penyerapan secara kimiawi
- d. Tidak bercampur dengan tanah liat/lumpur
- e. Distribusi/gradasi ukuran agregat memenuhi ketentuan-ketentuan yang berlaku.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil yang lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan dan lainnya. Agregat yang halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan krikil, split, batu pecah, kricak, dan lainnya. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan

(*workable*), kuat tahan lama (*durable*) dan ekonomis. Pengaruhnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Sifat Agregat pada Sifat Beton

| Sifat Agregat | Pengaruh Pada | Sifat Beton |
|-----------------------------|---------------|---|
| Bentuk, Tekstur, Gradasi | Beton Cair | Kelecekan Pengikatan dan Pengerasan |
| Sifat Fisik, Mineral, Kimia | Beton Keras | Kekuatan, Kekerasan dan Ketahanan (<i>Durability</i>) |

Sumber : Nugraha, 2007

Mempertimbangkan kemudahan pengerjaannya dan cara-cara pemadatan beton selama pengerjaannya tidak menyebabkan rongga-rongga udara atau sarang kerikil (*honeycomb*). Dari ukuran agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus :

- a. Agregat halus ialah agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).
- b. Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).

Perhitungan proporsi campuran

a. Kuat Tekan yang Direncanakan

Nilai standar deviasi merupakan ukuran ketelitian proses produksi beton dan penentuan ekonomis campuran beton. Nilai standar deviasi didapat dari hasil pengujian yang lalu untuk kondisi pekerjaan dan lingkungan yang sama dengan benda uji yang lebih besar dari 30 benda uji berpasangan. Jika jumlah benda uji lebih

kecil dari 30 harus dilakukan koreksi, apabila tidak ada sama sekali maka diambil nilai tambah sebesar 12 Mpa menurut rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi-x)^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

Di mana:

S = standar deviasi, Mpa

xi = kuat tekan beton yang dapat dari hasil pengujian untuk masing-masing benda uji,

x = adalah kuat tekan rata-rata dan n adalah jumlah data

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n} \quad (3)$$

n = jumlah (≥ 30) uji kekuatan berurutan

b. Nilai Tambahn Atau Margin

Nilai tambah atau margin dihitung menurut rumus $m = k \times s$, dimana m adalah nilai tambah, k adalah tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase hasil uji yang lebih rendah dari $f'c$ dalam hal ini diambil 1.64 dan s adalah standar deviasi. Rumus diatas ditulis kembali menjadi $m = 1.64s$. jadi kuat tekan rencana yang ditargetkan:

$$f'cr = f'c + 1.64s \quad (4)$$

c. Pemilihan Faktor Air Semen

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan pada :

(a) Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari hasil penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.

(b) Untuk lingkungan khusus, faktor air semen maksimum harus memenuhi SK.SNI untuk beton tanah sulfat dan beton kedap air (PB, 1989)

d. Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton

yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat *workability*. Jika tidak ada data lalu, nilai slump dapat diambil pada tabel 2.

Tabel 2. Harga rekomendasi slump untuk berbagai tipe konstruksi

| Jenis Konstruksi | Slump (mm) | |
|---|------------|------|
| | Maks | Min |
| Dinding penahan dan pondasi | 76.2 | 25.4 |
| Pondasi sederhana, sumuran dan dinding sub struktur | 76.2 | 25.4 |
| Balok dan dinding beton | 101.6 | 25.4 |
| Kolom struktural | 101.6 | 25.4 |
| Perkerasan dan slab | 76.2 | 25.4 |
| Beton missal | 50.8 | 25.4 |

Sumber : Mulyono, 2003

e. Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan berdasarkan campuran, jika menggunakan campuran agregat yang dipecah dan agregat yang tidak dipecah maka menggunakan rumus :

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (5)$$

Di mana W_h adalah perkiraan air untuk agregat halus, W_k adalah perkiraan air untuk agregat kasar.

f. Susunan Gradasi Agregat Halus

Susunan gradasi agregat halus digunakan dalam campuran beton harus memenuhi syarat gradasi. Dalam syarat gradasi menurut SK-SNI. T-15-1990-03 dibagi menjadi 4 zona 1, 2, 3 dan 4, dan untuk agregat gabungan dibagi menjadi 3 butir maksimum 40, 20 dan 10.

g. Proporsi Agregat Halus

Proporsi agregat halus ditentukan berdasarkan nilai ukuran butir maksimum yang dipakai, faktor air semen yang digunakan.

h. Evaluasi Statistik

Evaluasi statistik dimaksudkan untuk melihat hasil pengujian data di laboratorium.

Pengujian statistik untuk mengetahui kecenderungan atau lokasi pusat atau simpangan data. Data yang dipakai adalah :

- a. Ukuran Mean, Median dan Modus.
- b. Ukuran Variasi

METODOLOGI

Pendekatan penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan penelitian secara kualitatif yaitu pendekatan dengan menggunakan studi kasus yaitu pemakaian campuran agregat kasar (batu pecah Selangit) dan agregat halus (pasir Siring Agung).

Tata cara pembuatan rencana campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000 dalam merencanakan proporsi campuran beton tanpa menggunakan bahan tambahan untuk menghasilkan mutu beton sebesar 20 MPa.

Tempat dan waktu

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode Ekperimental di laboratorium Universitas Sriwijaya Palembang pada bulan Maret sampai April 2011.

Metode pengambilan spesimen

Spesimen material diambil dari sumbernya yaitu pasir Siring Agung dan batu pecah Selangit dengan menggunakan alat skop dengan kedalaman material 1 sampai 2 m diatas permukaan. Material dimasukkan ke dalam karung kemudian diangkut ke laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya menggunakan kendaraan mobil.

Definisi dan pengukuran variabel

Pengujian Material Campuran Beton :

1. Semen
 - a) Berat jenis semen
 - b) Konsistensi normal

- c) Kadar air
- d) Spesifik gravity dan absorpsi
2. Agregat halus
 - a) Berat isi
 - b) Analisis gradasi
 - c) Kadar air
 - d) Spesifik gravity dan absorpsi
3. Agregat kasar
 - a) Berat isi
 - b) Analisis gradasi
 - c) Kadar air
 - d) Spesifik gravity dan absorpsi
4. Air
 - a) Test PH
 - b) Kadar organik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susunan campuran beton teoritis tiap m³ :

- **Semen Portland** = 333.33 kg (a)
- **Air** = 190 kg (b)
- **Agregat Halus** = 510.07 kg (c)
- **Agregat Kasar** = 1311.60 kg (d)

Koreksi angka teoritis tersebut terhadap jumlah air bebas yang terdapat pada :

$$\begin{aligned} & \text{- Kadar air Agregat Halus (Pasir) =} \\ & \text{(kadar air agr.halus - penyerapan agr.halus)} \\ & \text{x (c) / 100} \\ & \text{((2.97 - 3.52) x 510.07) / 100} \\ & \text{= - 2.81 kg} \quad \text{(e)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{- Kadar air Agregat Kasar (Split) =} \\ & \text{(kadar air agr. Kasar - penyerapan agr.} \\ & \text{Kasar) x (d) / 100} \\ & \text{((0.816 - 3.375) x 1311.60) / 100} \\ & \text{= - 33.56 kg} \quad \text{(f)} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh susunan campuran yang seharusnya ditimbang untuk tiap m³ (ketelitian 5 kg) :

$$\begin{aligned} & \text{- Semen} = \text{(a)} \\ & \text{= 333.33 kg} \\ & \text{- Air} = \text{(b) - (e) - (f)} \\ & \text{= 190 - (-2.81) - (-33.56)} \\ & \text{= 226.37 kg} \\ & \text{- Halus} = \text{(c) + (e)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 510.07 - 2.81 \\
 &= 507.26 \text{ kg} \\
 \text{- Kasar} &= (d) + (f) \\
 &= 1311.60 - 33.56 \text{ kg} \\
 &= 1278.04 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Mutu beton ditentukan oleh ketentuan mutu beton dan dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut :

a. Perbandingan Air Semen

Kekuatan beton pada umur dan pemeliharaan serta suhu tertentu akan tergantung pada faktor air semen. Dalam praktek perbandingan air semen merupakan faktor penting sedangkan jumlah air yang diperlukan sangat tergantung pada:

- Perbandingan semen dan campuran
- Perbandingan semen dan agregat
- Gradasi, permukaan, bentuk, kekuatan, dan kekerasan dari agregat
- Besar ukuran agregat

Kadar air total adalah jumlah air yang diserap sampai keadaan tersebut ditambah air bebas diluar pori-pori agregat.

b. Pengaruh umur beton pada kekuatan tekan

Campuran beton dengan perbandingan air semen rendah membutuhkan waktu mengeras yang lebih cepat dibandingkan dengan campuran yang menggunakan perbandingan air tinggi. Sebagai standar umumnya diambil kekuatan tekan pada umur-umur yang lain dapat dikorelasikan dengan kekuatan tekan pada umur 28 hari.

Berdasarkan hasil uji kuat tekan di laboratorium untuk 3 (tiga) spesimen pada umur 28 (dua puluh delapan) hari dapat dilihat bahwa untuk berat beton 8,18 kg hasil uji kuat tekan beton sebesar 302,22 kg/cm² atau 25,08 MPa, untuk berat beton 8,23 kg hasil uji kuat tekan beton sebesar 306,67 kg/cm² atau 25,45 MPa dan untuk berat beton 8,21 kg hasil uji kuat tekan beton sebesar 302,22 kg/cm² atau 25,08 MPa. Dari ke 3 (tiga) hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk beton umur 28 hari kuat tekan

beton mencapai nilai rata-rata sebesar 303,70 kg/cm² atau 25,20 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji kuat tekan beton tersebut melampaui kuat tekan yang telah ditetapkan.

c. Pemeliharaan beton

Sebelum acuan dibongkar, beton harus telah memiliki kekuatan yang cukup guna menunjang dan menahan terhadap kerusakan mekanik selama pembongkaran acuan. Curing sendiri sebenarnya merupakan proses pencegahan terhadap kehilangan kadar air yang terlalu cepat dari beton. Beton yang curingnya kurang cenderung memiliki permukaan yang porus atau berpori dan bila terkena air akan menimbulkan perbedaan warna yang besar dan lebih cenderung terjadi adanya bubuk putih pada permukaan. Selain itu juga mempengaruhi ketahanan dari permukaan beton.

KESIMPULAN

1. Agregat halus pasir Siring Agung setelah uji labor walaupun banyak mengandung material halus tapi masih dapat dipakai untuk membuat beton dengan kualitas yang baik.
2. Agregat kasar batu pecah Selangit setelah uji labor menyatakan bahwa material tersebut dapat digunakan untuk pembuatan beton dengan kualitas yang baik.
3. Dari hasil uji kuat tekan beton didapat susunan campuran beton antara lain:
 - a. Semen = 3333.33 Kg
 - b. Air = 226.37 Kg
 - c. Agregat halus = 507.26 Kg
 - d. Agregat kasar = 1278.04 Kg.
4. Dengan proses curing yang baik di laboratorium dan dengan perbandingan beton 1:2:3, maka hasil uji kuat tekan beton pada umur beton 28 hari didapat hasil rata-rata sebesar 303,70 kg/cm² atau 25,20 MPa, hasil ini melampaui kuat tekan yang telah ditetapkan sebesar 20 MPa.

Tabel 3. CONCRETE MIX DESIGN SNI – 03 – 2834 – 2000 METHOD (Specimen : CUBE 15 x 15 x 15 cm)
Mutu Beton : K 250 / 20 MPa

| No | Uraian | Tabel/Grafik Perhitungan | Nilai |
|----|--|--------------------------|---------------------------|
| 1 | Kuat Tekan Karakteristik | Ditetapkan | 25.0 MPa |
| 2 | Deviasi Standar | Tabel Nilai Deviasi | 7.00 MPa |
| 3 | Nilai Tambah (Margin) | 1.64 x (2) | 11.48 MPa |
| 4 | Kekuatan Rata ² yang ditargetkan | (1) + (3) | 36,48 MPa |
| 5 | Jenis Semen | Ditetapkan | Portland Type 1 |
| 6 | Agregat Kasar | Ditetapkan | (batu pecah Selangit) |
| | Agregat Halus | | (Pasir Siring Agung) |
| 7 | Faktor Air Semen Bebas | | 0.60 |
| 8 | Faktor Air Semen Maksimum | Tabel. 1 | 0.57 |
| 9 | Slump | Max | 30-60 mm |
| 10 | Ukuran Agregat Maksimum | Ditetapkan | 40 mm |
| 11 | Kadar Air Bebas | | 190 kg/m ³ |
| 12 | Jumlah Semen | (11) / (7) | 316.67 kg/m ³ |
| 13 | Jumlah Semen Maksimum | (11) / (8) | 333.33 kg/m ³ |
| 14 | Jumlah Semen Minimum | | 325 kg/m ³ |
| 15 | Faktor Air Semen yg Disesuaikan | | 0.57 |
| 16 | Susunan Butir Agregat Halus | | Zona 3 |
| 17 | Persen Agregat | | 28 % |
| 18 | Berat Jeis Relatif Agregat Kering Permukaan | (28% x 2.58)+(2,56x72%) | 2.562 |
| 19 | Berat Jenis Beton | | 2345 kg/m ³ |
| 20 | Kadar Agregat Gabungan | (19) – (11) – (13) | 1821.67 kg/m ³ |
| 21 | Kadar Agregat Halus | (17) x (20) | 510.07 kg/m ³ |
| 22 | Kadar Agregat Kasar | (20) – (21) | 1311.60 kg/m ³ |

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, T. (2003) *Teknologi Beton*. Penerbit Standar Nasional Indonesia, *Tata cara*
Andi Yogyakarta. *Pembuatan rencana campuran beton*
- Nugraha, A. P. (2003) *Teknologi Beton*. Penerbit *normal*. SNI 03-2834-2000
Andi Yogyakarta.