

INOVASI BETON MUTU TINGGI RAMAH LINGKUNGAN SEBAGAI PENUNJANG PEMBANGUNAN NASIONAL

ALMUFID

Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I/33, Cikokol – Tangerang-Banten
E-mail: almufid_st@yahoo.com

ABSTRAK

Beton adalah material komposit (gabungan) dari partikel-partikel agregat yang saling mengikat menjadi suatu badan atau bagian yang solid dengan ikatan dari material semen. Beton juga dikenal dengan material dengan kekuatan tekan yang memadai, mudah dibentuk, mudah diproduksi secara local, relative kaku, dan ekonomis. Namun di sisi lain, beton juga menunjukkan banyak keterbatasan baik dalam proses produksi maupun sifat-sifat mekaniknya, sehingga beton pada umumnya hanya digunakan untuk konstruksi dengan ukuran kecil dan menengah. Abu sekam padi dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Belakangan ini banyak peneliti yang memanfaatkan abu sekam padi dalam suatu bahan seperti pembuatan keramik, pembuatan batu bata, dan lain-lain. Penggunaan tulang hewan dalam penelitian kami adalah sebagai penambahan agregat kasar dalam pembuatan beton. Hal ini dikarenakan jumlah limbah tulang hewan di Indonesia yang sangat banyak dan belum termanfaatkan secara menyeluruh, Dengan beton mutu tinggi dimensi dari struktur dapat diperkecil sehingga berat struktur menjadi ringan. Hal tersebut menyebabkan beban yang diterima pondasi secara keseluruhan menjadi lebih kecil pula. Jika ditinjau dari segi ekonomi hal tersebut tentu akan lebih menguntungkan. Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang berorientasi pada kekuatan yang tinggi (*high strength concrete*) yang mempertimbangkan keawetan (*durability*) beton serta kemudahan pengerjaan beton (*work-ability*).

Kata Kunci: Beton Komposit, Abu Sekam, Penggunaan Tulang dan Beton Mutu Tinggi.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton adalah material komposit (gabungan) dari partikel-partikel agregat yang saling mengikat menjadi suatu badan atau bagian yang solid dengan ikatan dari material semen. Beton juga dikenal dengan material dengan kekuatan tekan yang memadai, mudah dibentuk, mudah diproduksi secara local, relative kaku, dan ekonomis. Namun di sisi lain, beton juga menunjukkan banyak keterbatasan baik dalam proses produksi maupun sifat-sifat mekaniknya, sehingga beton pada umumnya hanya digunakan untuk konstruksi dengan ukuran kecil dan menengah. Tetapi belakangan ini, setelah berhasil dikembangkannya berbagai jenis bahan tambahan atau

admixture dan additives untuk campuran beton, terutama *water reducer* atau *plasticizer* dan *superplasticizer*, maka telah terjadi kemajuan yang sangat pesat pada teknologi beton, dengan berhasil memproduksi beton mutu tinggi bahkan bisa jadi sangat tinggi. Dengan beton mutu tinggi dimensi dari struktur dapat diperkecil sehingga berat struktur menjadi ringan. Hal tersebut menyebabkan beban yang diterima pondasi secara keseluruhan menjadi lebih kecil pula. Jika ditinjau dari segi ekonomi hal tersebut tentu akan lebih menguntungkan. Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang berorientasi pada kekuatan yang tinggi (*high strength concrete*) yang mempertimbangkan keawetan (*durability*) beton

serta kemudahan pengerjaan beton (*workability*). Namun dalam penelitian ini kami tidak memakai bahan tambahan atau *admixtures*, melainkan memakai bahan pengganti dalam proses pembuatan beton sendiri yang ramah lingkungan. Salah satu bahan pengganti yang dipakai adalah abu sekam padi dan limbah tulang hewan.

Abu sekam padi dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Belakangan ini banyak peneliti yang memanfaatkan abu sekam padi dalam suatu bahan seperti pembuatan keramik, pembuatan batu bata, dan lain-lain. Dalam penelitian ini, abu sekam padi digunakan sebagai pengganti semen dalam pembuatan beton. Kadar abu sekam padi yang dipergunakan adalah 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari jumlah semen. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dengan kadar 5% dan 10% dari jumlah semen, akan dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 28,48% dan 47,25% dari kuat tekan beton normal. Selain itu pemanfaatan abu sekam padi dengan kadar 5% dan 10% pada pembuatan beton, juga akan memperkecil porositas dan penyerapan air oleh beton, dari hasil penelitian penyerapan air berkurang 1,6% dan 2,42% dari beton normal dan porositas beton berkurang sebesar 2,65% dan 6,22% dari beton normal.

Penggunaan tulang hewan dalam penelitian kami adalah sebagai penambahan *agregat* kasar dalam pembuatan beton. Hal ini dikarenakan jumlah limbah tulang hewan di Indonesia yang sangat banyak dan belum termanfaatkan secara menyeluruh. Selain itu dalam pembuatan beton memerlukan material semen yang perannya dalam beton sangat dominan. Di sisi lain penggunaan semen telah menyumbang emisi CO², karena dalam proses pembakaran batu kapur sebagai bahan dasar semen akan menghasilkan CO² yang lepas ke atmosfer. Hal ini akan memperparah pemanasan global. Oleh karena itu diperlukan material lain yang ramah lingkungan salah satunya tulang hewan.

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini yang dijabarkan dalam bentuk poin-poin:

1. Ingin meningkatkan mutu beton dengan tambahan abu sekam padi dan tulang hewan.
2. Meminimalisir hasil pembakaran sekam padi dan limbah tulang hewan.

3. Menciptakan inovasi dalam pembangunan yang ramah lingkungan.

1.2.1 Metode Pembuatan Beton

a. Pemeriksaan Material

Dalam proses pembuatan beton hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

- 1) Pemeriksaan bahan atau material beton harus sesuai dengan standar pemeriksaan beton seperti SNI, SKSNI, ASTM DAN AASHTO
- 2) Pemeriksaan Agregat Kasar
Pemeriksaan Agregat kasar yang digunakan dalam proses campuran beton meliputi:
 - a. Periksa berat isi,
 - b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan,
 - c. Pemeriksaan menggunakan analisa saringan,
 - d. Pemeriksaan agregat dengan mesin Los Angeles
- 3) Pemeriksaan Agregat Halus
Pemeriksaan Agregat Halus yang digunakan dalam proses campuran beton meliputi:
 - a. Periksa berat isi,
 - b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan,
 - c. Pemeriksaan menggunakan analisa saringan,
 - d. Pemeriksaan Organik Im Purities
- 4) Pemeriksaan Air
Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih dan bebas dan tidak boleh mengandung asam, alkalin, bahan padat, bahan organik, minyak, lumut, gula, sulfur dan chlorida.
- 5) Pemeriksaan Abu Sekam
Abu sekam yang digunakan untuk bahan penambahan dari semen adalah abu sekam yang telah di bakar lagi selama 12 jam.
- 6) Pemeriksaan Tulang Hewan
Tulang hewan yang digunakan sebagai penambah dalam pembuatan beton adalah tulang yang diambil langsung dari penjagalan/pemotongan hewan. Yang kemudian direbus ±4 jam, untuk mematikan mikroba yang ada didalam tulang tersebut. Setelah itu tulang yang sudah direbus, dijemur sampai benar-

benar kering atau bisa juga dibakar. Lalu tulang baru bisa dicacah.

b. *Perencanaan Rancangan Campuran Beton (Job Mix Design Concrete)*

Tujuan dari proses perencanaan campuran beton adalah untuk mendapatkan komposisi atau proporsi campuran beton yang sesuai standar mutu beton sehingga beton yang digunakan pada konstruksi adalah mutu beton sesuai dengan rencana.



Gambar 1.1 Berat basah pasir sebelum dioven.



Gambar 1.2 Berat kering pasir setelah dioven.

c. *Percobaan Campuran (Trial Mix)*

Setelah diketahui komposisi atau proporsi campuran beton selanjutnya dilakukan percobaan campuran (*Trial Mix*) pada mesin pengaduk sehingga diperoleh contoh-contoh uji yang dicetak sesuai kebutuhan yaitu kubus atau silinder.



Gambar 1.3 Proses mixing.



Gambar 1.4 Persiapan cetak benda uji.

d. *Slump Test*

Percobaan *Slump Test* pada beton merupakan salah satu metoda yang digunakan untuk mengetahui Viscositas atau Kekentalan beton segar. Percobaan *Slump Test* dilakukan sebelum percetakan benda uji.



Gambar 1.5 Didapatkan Slump Test 12.

e. *Perendaman Benda Uji*

Beton yang telah dicetak dalam benda uji, kemudian dikeluarkan dari cetakan setelah beton berumur 24 jam, kemudian benda uji direndam bak air. Proses perendaman benda uji sesuai dengan umur beton yang direncanakan, misalnya 7, 14, dan 28 hari.



Gambar 1.6 Proses perendaman beton.

f. *Uji Kuat Tekan*

Benda uji baik berupa kubus atau silinder selanjutnya dapat di uji tekan pada mesin tekan sesuai dengan umur beton yang telah direncanakan seperti diatas. Setelah

benda uji kuat tekan dilakukan maka didapat atau dihasilkan Kuat Tekan Beton (α han-cur).



Gambar 1.7 Benda uji setelah tes tekan.



Gambar 1.8 Hasil tes tekan benda uji umur 26 hari.

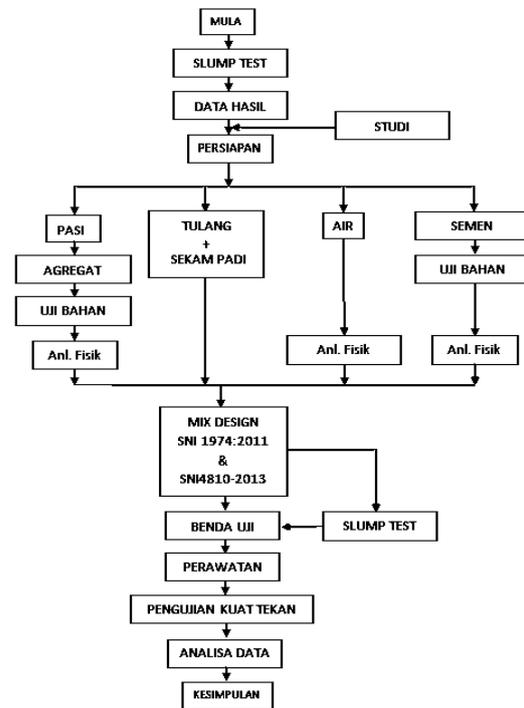


Gambar 1.9 Pecahan benda uji yang sudah di tekan.

a. Pelaporan

Dari evaluasi uji kuat tekan tersebut akan didapat Nilai “Kuat Tekan Beton” yang dirancang, sehingga dapat diketahui tercapai

atau tidaknya Kuat Tekan yang ditargetkan (f'_{cr}). Dari hasil pemeriksaan keseluruhan dirangkum dalam bentuk laporan. Dibawah ini merupakan diagram alur penelitian.



Gambar 1.10 Diagram alur penelitian

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.3. Mix Design

Mix Design menggunakan mutu Mpa

a. Menentukan Massa Jenis semua material

- Semen = $3150 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 3,15 \text{ g/cm}^3$
- Pasir = $1340 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 1,34 \text{ g/cm}^3$
- Tulang = $5375 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 5,375 \text{ g/cm}^3$
- Agregat Kasar = $2600 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 2,6 \text{ g/cm}^3$
- Abu Sekam = $580 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 0,58 \text{ g/cm}^3$
- Air = $1000 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 1 \text{ g/cm}^3$

b. Menghitung W/C

$w/c = 0,35 \rightarrow$ target yang diinginkan

$$\bullet \text{ water} = \frac{190 \text{ kg}}{\text{cement}} = 0,35$$

$$\bullet \text{ cement} \times \frac{190}{0,35} = 542,85 \text{ kg}$$

$$\text{Volume Cement} = \frac{542,85}{3,15} =$$

$$172,33 \text{ liter}$$

$$\bullet \text{ Volume Sekam} = 172,33 \times 20\% = 34,46 \text{ liter}$$

$$\bullet \text{ Berat Sekam} = 34,46 \times 0,58 = 19,99 \text{ kg}$$

- Volume Cement = $172,33 - 34,46 = 137,87 \text{ liter}$
 - Berat Cement = $137,87 \times 3,15 = 434,29 \text{ kg/m}^3$
- c. Volume yang sudah terpakai dalam 1 m³ (1000 liter)beton
- Volume Semen + Volume Sekam + Volume Air = $137,87 + 19,99 + 190 = 347,88 \text{ liter}$
 - Sisa Volume = $1000 - 347,88 = 652,14 \text{ liter}$
- d. Menghitung Agregat Kasar dan Agregat Halus (59:41)
- Volume Batu Pecah = $652,14 \times 0,59 = 384,7626 \text{ liter}$
 - Volume Tulang = $384,76,26 \times 15\% = 57,71 \text{ liter}$
 - Sehingga Volume Agregat Kasar = $384,763 - 57,71 = 327,05 \text{ liter}$
 - Berat Agregat Kasar = $327,05 \times 2,61 = 853,60 \text{ kg/m}^3$
 - Berat Tulang = $57,71 \times 5,375 = 310,19 \text{ kg/m}^3$
 - Volume Agregat Halus = $652,14 \times 0,41 = 267,38 \text{ liter}$
 - Berat Pasir = $267,38 \times 1,34 = 358,29 \text{ kg/m}^3$
- e. Penentuan MC pada material yang digunakan
- Agregat Kasar menggunakan MC = 0
 - Agregat Halus/Pasir
- $$MC = \frac{w_1 - w_2}{w_2 \times 100} - \% \text{absorsi} (0,76\%)$$
- $$= \frac{500 - 465}{46500} - 0,76\% = 6,76\%$$
- Jadi penggunaan air dalam 0,04 m³ adalah
- $$190 \text{ kg} \times 0,04 = 7,6 \text{ kg}$$
- $$7,6 \times 6,76\% = 0,51376 \text{ kg}$$
- $$7,6 - 0,51376 = 7,086 \text{ kg}$$
- f. Kebutuhan Material dalam 1 m³
- Semen = 432,29 kg/m³
 - Abu Sekam = 19,99 kg/m³
 - Tulang Hewan = 310,19 kg/m³
 - Agregat Kasar = 853,60 kg/m³
 - Agregat Halus/Pasir = 358,29 kg/m³
 - Air = 190 kg/m³
- g. Kebutuhan Material dalam 0,04 m³
- Semen = 17,29 kg
 - Abu Sekam = 0,81 kg

- Tulang Hewan = 12,40 kg
- Agregat Kasar = 34,14 kg
- Agregat Halus/Pasir = 14,33 kg
- Air = 7,6 kg , setelah dikurangnya kadar air yang ada didalam pasir maka kebutuhan air menjadi 7,1 kg

1.3.1 Rincian Biaya per m³

Tabel 1.1 Biaya Bahan Habis Pakai

No.	Kebutuhan	Harga Satuan	Besarnya Biaya
1.	Agregat Kasar (Kerikil)	Rp 210.000,00 / m ³	Rp 210.000,00
2.	Agregat Halus (Pasir)	Rp 210.000,00 / m ³	Rp 250.000,00
4.	Semen HOLCIM 7 sak	Rp 71.000,00 /sak	Rp 497.000,00
Jumlah			Rp 957.000,00

Tabel 1.2 Biaya Operasional

No.	Keterangan	Harga
1.	Transportasi Pengadaan Bahan Baku	Rp 1.000.000,00
Jumlah		Rp 1.000.000,00

Tabel 1.3 Total Biaya Pengeluaran

No.	Jenis Biaya	Harga
1.	Biaya Bahan Habis Pakai	Rp 957.000,00
2.	Biaya Operasional	Rp 1.000.000,00
Total Biaya		Rp 1.957.000,00

Berat Beton

No	Benda Uji	Berat
1	Beton Uji 1	12,200 kg
2	Beton Uji 2	12,380 kg
3	Beton Uji 3	12,515 kg
4	Beton Uji 4	12,080 kg
5	Beton Uji 5	12,500 kg
6	Beton Uji 6	12,520 kg
7	Beton Uji 7	12,265 kg

1.3.2 Pembacaan Dial



1.3.3 Kuat Tekan

Untuk uji kuat tekan, kami hanya menguji di umur beton 26 hari yang menghasilkan kuat tekan sebesar 28,34 Mpa. Untuk target kuat tekan adalah 35 Mpa.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian uraian yang telah di kemukakan pada bab-bab sebelumnya,serta analisis data maka kesimpulan data dari penelitian kami adalah:

Pembuatan beton dari tambahan abu

sekam dan tulang hewan ini bisa meminimalisir limbah abu sekam dan tulang hewan yang banyak dibiarkan begitu saja, sehingga bisa menjadi limbah tanpa pengolahan yang baik. Pembuatan beton ini juga bisa meminimalisir penggunaan semen dan agregat kasar dalam pembuatan beton. Kandungan silica yang terdapat pada abu sekam memiliki karakteristik seperti abu terbang, yang mana fungsinya bisa meningkatkan keawetan pada beton itu sendiri. Dengan adanya tulang yang diisi oleh adukan semen dan bahan lainnya, adukkan ini mengisi pada bagian-bagian rongga yang terdapat pada tulang hewan. Maka ini bisa membantu kuat tekan pada beton, dikarenakan tulang sejati pada hewan dikenal dengan sifatnya yang keras. Kami mengharapkan dengan inovasi dari tambahan kedua limbah ini bisa meningkatkan mutu beton serta bisa mengurangi limbah yang sukar didaur ulang.

DAFTAR PUSTAKA

Supartono, *FX - Beton Mutu Tinggi*, UI – Press 2010.

Anonim, *CIP 33 – High Strength Concrete*, National Ready Mixed Concrete Association., 2010

Kosmatka, Steven H., Kerkhoff, Beatrix, dan Panarese, William C., 2003., *Design and Control of Concrete Mixture*. Portland Cement Association, Illionis.

Mehtar, P. Kumar, dan Monteiro, Paulo J.M., 2006, *Concrete – Microstructure, Properties and Materials, 3rd edition*, McGraw-Hill, New York.

Civil Engineering Portal,
<http://www.engineeringcivil.com/>,
portal khusus untuk teknik sipil.

Kartini, Wahyu, 2002, *Pengaruh Copper Slag sebagai Cementitious terhadap Kuat Tekan pada Beton*.