

ANALISIS PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGISI DALAM CAMPURAN MUTU BETON K.250

Asri Mulyadi¹⁾, H. Mega Yunanda²⁾, Pengki Suanto³⁾, Yulius⁴⁾

^{1),2),3)}*Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang*

⁴⁾*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang*

e-mail: asri_anang@yahoo.co.id¹⁾, megayunanda@unpal.ac.id²⁾,

pengkisyanto@gmail.com³⁾, yulius216517@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Dalam proses penggilingan padi akan menghasilkan sekam padi yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat, sampai saat ini sekam padi dibuang atau dibakar, jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimal dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula. Berdasarkan hal diatas, penulis mencoba melakukan penelitian pencampuran abu sekam padi dengan semen, pasir, koral dan air dibuat dalam bentuk campuran beton. Mutu beton ditentukan oleh bahan dan campuran yang telah ditetapkan pada kelas beton 21,7 MPa (K250). Penelitian dan pengujian beton ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dan memanfaatkan limbah abu sekam padi dan agregat halus (pasir) dari sungai musi, sedangkan agregat kasar dari lahat. Pada penelitian ini beda uji dicetak dengan menggunakan kubus baja ukuran 15cm x 15cm x 15cm dan direndam, masing-masing umur perendaman yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan pengujian kuat tekan beton. Pada campuran beton K.250 tersebut dibuat campuran abu sekam padi yang bervariasi yaitu dengan campuran abu sekam padi 0% (beton normal), campuran abu sekam padi 2%, campuran abu sekam padi 7,5% dan campuran abu sekam padi 15%. Beton yang mencapai umur 28 hari karena pada umur ini menurut PBI 1974, kekuatan beton telah mencapai 100%. Dari evaluasi hasil uji kuat tekan yaitu pada beton normal dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 237,01 kg/cm², pada campuran abu sekam padi 5% dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 225,69 kg/cm², pada campuran abu sekam padi 7,5% dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 212,86 kg/cm² dan campuran abu sekam padi 15% dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 191,72 kg/cm². Dari hasil evaluasi kuat tekan beton yang mengandung campuran tambahan abu sekam padi sebesar 0%, 2%, 7,5% dan 15% tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari beton K.250.

Kata Kunci : Kuat Tekan Beton, Agregat Halus dan Kasar, abu sekam padi.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton sebagai salah satu bahan konstruksi, mutunya sangat dipengaruhi oleh jenis semen, ukuran agregat, faktor air semen, waktu dan suhu dalam perawatan serta kehadiran pori-pori antar sel dan pori-pori kapiler. Sekam padi merupakan limbah dari hasil penggilingan padi yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Hasil pembakaran sekam padi mempunyai kandungan silika yang dominan yaitu sebesar 93% dari hampir sama kandungan silika yang

terdapat pada *microsilica* batuan pabrik (Swamy, 1986). Abu sekam memiliki unsur yang bermanfaat untuk meningkatkan mutu beton, mengandung sika yang sangat menonjol, bila unsur ini dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi (Arifal Hidayat, 2011). Di sisi lain jumlah ketersediaan abu sekam padi lebih banyak dan mudah di dapat, karena mayoritas penduduk Indonesia menggunakan beras sebagai bahan makanan pokok. Dalam proses penggilingan padi akan menghasilkan sekam

yang dapat di proses menjadi abu sekam padi. Pada penelitian ini untuk meningkatkan kemudahan pemadatan dan membatasi jumlah volume rongga udara, maka digunakan bahan tambahan *additive* dalam campuran beton untuk dapat memperkecil pori-pori kapiler dan hadirnya partikel abu sekam padi yang sangat halus sehingga daerah lemah antara beton dan agregat dapat diperbaiki [1]

B. Tujuan Penelitian

Ingin mengetahui nilai kuat tekan mutu beton K-250 terbesar yang dapat dicapai dengan penambahan bahan abu sekam dengan persentase mulai dari 0%, 2%, 7,5% dan 15% dari berat semen pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.

C. Manfaat Penelitian

Akan memberikan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang pemanfaatan limbah abu sekam padi sebagai pengisi pori-pori kapiler pada campuran beton, sehingga mampu memberikan kontribusi yang besar dalam perkembangan teknologi beton di dunia Teknik Sipil.

D. Rumusan Masalah

Bagaimana persentase optimum campuran beton K250 yang masing-masing ditambahkan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan.

E. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah abu sekam padi sebagai pengisi rongga-rongga, perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu ;

1. Beton Normal K250
2. Beton K250 dengan menggunakan limbah abu sekam padi 2% dari berat semen.
3. Beton K250 dengan menggunakan limbah abu sekam padi 7,5% dari berat semen.
4. Beton K250 dengan menggunakan limbah abu sekam padi 15% dari berat semen.
5. Penelitian yang dilakukan meliputi kuat tekan beton. Pengujian dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari 21 hari dan 28 hari.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (*additif*) yang bersifat *kimiawi* ataupun *fisikal* pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air[2]

B. Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolik dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat.

Semen portland dibuat melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif. Semen diperoleh dengan membakar karbonat atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Bahan tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1400° C-1500° C dan menjadi klinker. Setelah itu didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO₄) kira-kira 2 – 4 % persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Semen biasanya dikemas dalam kantong 50 kg.

C. Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi dari campuran beton. Agregat menempati ±70 % volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat

merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan beton.

Menurut Tjokrodomulyo (1992) agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Batu untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil untuk besar butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
3. Pasir untuk butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

D. Air

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dipadatkan. Di dalam penggunaannya, air tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton itu sendiri.

Air yang digunakan untuk pembuatan beton harus bersih dan tidak mengandung minyak, tidak mengandung alkali, garam-garaman, zat organis yang dapat merusak beton atau baja tulangan. Air tawar yang biasanya diminum baik air diolah oleh PDAM atau air dari sumur yang tanpa diolah dapat digunakan untuk membuat beton. Persyaratan air sebagai bahan bangunan harus memenuhi kriteria menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur atau benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garaman yang merusak beton (asam dan zat organik) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan khlorida (Cl) tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1.000 ppm sebagai SO₃.
3. Air harus bersih.
4. Derajat keasaman (pH) normal ± 7 .
5. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
6. Jika dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang memakai air suling, penurunan kekuatan adukan yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
7. Semua air yang mutunya meragukan dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaian.

8. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat di atas, air tidak boleh mengandung khlorida lebih dari 50 ppm.

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari Instalasi PDAM di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palembang.

E. Kuat Tekan (f_c)

Kuat tekan beton yang diisyaratkan f_c adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm), dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam *Mega Paskal* (Mpa) atau dinyatakan dalam Karakteristik (Kg/cm²).

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji kubus beton (ukuran 15cm x 15cm x 15cm) sampai hancur. Tata cara pengujian yang dipakai adalah standar DOE (*Department of Environment*), untuk kondisi di Indonesia telah diadakan penyesuaian pada besarnya variasi kuat tekan beton. Menurut Dipohusodo (1999 : 7), kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan.

Menurut Tjokrodinuljo (1996 : 59), faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton antara lain faktor air semen, umur beton, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat.

F. Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air yang digunakan dengan berat semen. Hubungan antara faktor air semen (f.a.s) dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) dalam Samekto dan Rahmadiyanto (2001 : 43), sebagai berikut :

$$F_c = \frac{A}{B} 1,5 X$$

Dengan :

f_c : kuat tekan beton pada umur tertentu
 x : f.a.s (yang semula dalam proporsi volume)
 A, B : konstanta

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Benda Uji Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen

Penelitian ini menggunakan semen portland jenis I, merk Semen Baturaja, dalam kemasan kantong 50 kg. untuk semen tidak diadakan pengujian, karena semen yang digunakan telah memenuhi persyaratan teknis yang sesuai dengan standar ASTM C 150-94.

2. Agregat halus

Agregat halus yang dipakai dalam penelitian ini adalah pasir Sungai Musi. Dengan diameter butiran maksimum 4,75 mm, kondisi pasir yang digunakan adalah jenuh kering muka (*saturated surface dry*). Pemeriksaan agregat halus sesuai dengan standar SK SNI M-08-1989-F.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar (Split) yang dipakai dalam penelitian ini adalah split yang berasal dari daerah Lahat. Kondisi agregat kasar yang digunakan adalah jenuh kering muka (*saturated surface dry*). Agregat kasar yang dipakai sesuai dengan SK SNI M-08-1989-F dipakai diameter minimum 40 mm.

4. Air

Air yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari instalasi air bersih PDAM di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palembang.

5. Limbah Abu Sekam Padi

Limbah Abu Sekam Padi yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari sisa hasil pembakaran sekam padi. Persentase limbah abu sekam padi yang dipakai pada penelitian ini adalah 0%, 2%, 7,5%, 15% dari berat semen.

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat tekan beton. Untuk semua pengujian yang dilakukan menggunakan standar-standar SK SNI.

B. Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti. Variabel dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan berat semen 384 kg/m³ dengan f.a.s 0,56 dan komposisi penambahan limbah abu sekam padi 0%, 2%, 7,5%, 15% (dari berat agregat semen). Variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1. Variabel Penelitian

Berat Semen (kg/m ³)	Faktor Air Semen	Kadar Serbuk Kayu (%)	Jumlah Benda Uji
384	0,56	0 %	12
		2 %	12
		7,5 %	12
		15 %	12
Jumlah Benda Uji			48

C. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ayakan No. 200

Ayakan No. 200 atau dengan ukuran lubang 0,075 mm digunakan untuk pemeriksaan kandungan lumpur dalam agregat halus yaitu pasir.

2. Ayakan

a. Ayakan dengan lubang berturut-turut 4,75 mm (no. 4), 2,36 mm (no. 8), 1,18 mm (no. 16), 0,6 mm (no. 30), 0,3mm (no. 50), 0,15 mm (no. 100), 0,075 mm (no. 200) yang dilengkapi dengan tutup pan dan diayak secara manual, digunakan untuk mengetahui gradasi pasir.

b. Ayakan dengan lubang berturut-turut 76,2 mm (3"), 63,5 mm (2,5"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1,5"), 25,4 mm (1"), 19,1 mm (3/4"), 12,7 mm (1/2"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (no. 4) yang dilengkapi dengan tutup dan pan,

- digunakan untuk mengetahui gradasi batu pecah.
- c. Ayakan dengan lubang berturut-turut yaitu 4,75mm (no. 4) dan 2,36 mm (no. 8) yang dilengkapi dengan tutup pan dan diayak secara manual, ayakan yang lolos 2,36 mm.
3. Timbangan
Timbangan digunakan untuk menimbang bahan seperti semen, split atau batu pecah (agregat kasar), pasir (agregat halus) sebagai bahan susunan adukan beton.
 4. Gelas ukur
Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan beton.
 5. Kerucut Abrams.
Kerucut abrams digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton (nilai *slump*).
 6. Penggaris / Meteran.
Penggaris / meteran digunakan untuk mengukur nilai *slump*.
 7. Cetakan Beton.
Cetakan beton yang digunakan pada penelitian ini adalah bentuk kubus yang terbuat dari besi baja dengan ukuran tinggi 15 cm, lebar 15 cm dan panjang 15 cm.
 8. Batang Baja.
Batang baja digunakan untuk memadatkan dan meratakan permukaan adukan beton.
 9. Bak Air
Bak air digunakan untuk merawat beton dengan cara merendam semua beton yang telah dicetak selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
 10. Mesin Uji Tekan.
Mesin uji tekan digunakan untuk menguji kuat tekan beton. Dalam penelitian ini dipakai merk MBT dengan kapasitas 2000 KN.
 11. Sendok semen (cetok)
Sendok semen (cetok) digunakan untuk mengaduk dan memasukkan adukan beton pada cetakan.

D. Prosedur Penelitian

1. Tahap Pemeriksaan Bahan

Persiapan dan pemeriksaan bahan susun beton dilakukan di Laboratorium

Fakultas Teknik Universitas Palembang. Bahan dan tahapan pemeriksaan meliputi :

1. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis pasir adalah sebagai berikut:

- a. Pasir dikeringkan dalam tungku pemanas (oven) dengan suhu sekitar 105⁰ sampai beratnya tetap (500gr).
- b. Pasir direndam di dalam air selama 24 jam.
- c. Air bekas rendaman dibuang dengan hati-hati sehingga butiran pasir tidak ikut terbuang, pasir dibiarkan diatas nampan dikeringkan dibawah sinar matahari sampai tercapai keadaan jenuh kering muka. Pemeriksaan kondisi jenuh kering muka dilakukan dengan memasukkan pasir ke dalam kerucut terpacu dan dipadatkan dengan menumbuk sebanyak 25 kali. Pada saat kerucut diangkat pasir akan runtuh tetapi pasir masih berbentuk kerucut.
- d. Kemudian pasir dimasukkan kembali ke dalam oven selama 2 x 24 jam sampai beratnya tetap (B₂).

2. Pemeriksaan gradasi pasir

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi Pasir (agregat halus) sebagai berikut :

- a. Pasir yang akan diperiksa dikeringkan dalam oven dengan suhu 105⁰ sampai beratnya tetap.
- b. Ayakan disusun sesuai dengan urutannya, ukuran lubang terbesar diletakkan pada bagian paling atas, yaitu 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (no. 4) diikuti dengan ukuran lubang ayakan yang lebih kecil berturut-turut 2,36 mm (no. 8), 1,18 mm (no. 16), 0,6 mm (no. 30), 0,3mm (no. 50), 0,15mm (no. 100), dan no. 200
- c. Pasir dimasukkan ke dalam ayakan yang paling atas dan diayak selama ±10 menit.
- d. Pasir yang tertinggal pada masing-masing ayakan dipindahkan ketempat atau wadah yang tersedia kemudian ditimbang.
- e. Gradasi pasir diperoleh dengan menghitung jumlah kumulatif prosentase butiran yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus butiran halus dihitung dengan menjumlahkan persentase kumulatif

- butiran tertinggal, kemudian dibagi seratus.
3. Pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir
 - Langkah-langkah pemeriksaan kandungan lumpur untuk agregat halus pasir sebagai berikut :
 - a. Pasir kering ditimbang beratnya (B_1).
 - b. Pasir dicuci di atas ayakan no. 200.
 - c. Pasir yang tertinggal di atas ayakan dipindahkan pada piring dan dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam.
 - d. Pasir dikerluarkan dari oven dan ditimbang.
 4. Pemeriksaan berat jenis batu pecah (split)
 - Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis batu pecah/split sebagai berikut:
 - a. Batu pecah/split dicuci sampai bersih untuk menghilangkan kotoran yang ada.
 - b. Batu pecah/split dimasukkan ke dalam oven selama 2 x 24 jam sehingga menjadi kering dan ditimbang beratnya (B_1).
 - c. Batu pecah/split direndam dalam air selama 24 jam, selanjutnya batu pecah/split dikeluarkan dan dikeringkan dengan menjemur dibawah sinar matahari sampai kondisinya jenuh kering muka dan kemudian ditimbang beratnya (B_2).
 - d. Batu pecah/split kemudian dimasukan ke dalam keranjang kawat dan kemudian ditimbang beratnya kedalam air (B_3).
 5. Pemeriksaan gradasi batu pecah/split
 - Langkah-langkah pemeriksaan gradasi batu pecah adalah sebagai berikut:
 - a. Batu pecah/split yang akan diperiksa dikeringkan dalam oven dengan suhu 105^0 sampai beratnya tetap.
 - b. Ayakan disusun sesuai dengan urutannya, ukuran terbesar diletakkan dibagian paling atas, yaitu 38,1 mm (1,5") diikuti dengan ukuran ayakan yang lebih kecil berturut-turut adalah 25,4 mm (1"), 19,1 mm (3/4"), 12,7 mm (1/2"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (no. 4)
 - c. Batu pecah/split dimasukkan ke dalam ayakan yang paling atas dan diayak selama ± 10 menit.
 - d. Batu pecah yang tertinggal pada masing-masing ayakan dipindahkan

- pada tempat yang tersedia dan kemudian ditimbang.
- e. Gradasi batu pecah diperoleh dengan menghitung jumlah kumulatif persentase butiran yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus dihitung dengan cara menjumlahkan persentase kumulatif butiran yang tertinggal kemudian dibagi seratus.
6. Pemeriksaan semen
 - Semen diperiksa dengan mengamati secara visual kemasan kantong atau zak dalam keadaan tertutup rapat, bahan butiran halus tidak menggumpal.
 7. Pemeriksaan air
 - Air didapat dari instalasi air bersih Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palembang yaitu Air PDAM Tirta Musi Palembang, Air diperiksa warna dan kejernihannya secara visual.

2. Tahap Perencanaan Adukan

Pada penelitian ini besar butir maksimum untuk agregat adalah ± 20 mm. Perbandingan antara pasir dan batu pecah didasarkan pada analisis gradasi agregat. Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan cara mengurangi beton per meter kubik dikurangi kebutuhan air dan semen, sedangkan untuk penambahan serbuk kayu digunakan banyak 2%, 7,5% dan 15% dari berat agregat semen.

3. Tahap Pengadukan Beton, Pemeriksaan Slump, dan Pembuatan Benda Uji.

1. Pemeriksaan bahan susun beton
 - a. Membuat agregat dalam keadaan jenuh kering muka dengan cara menyiram agregat dan menutupnya dengan karung basah dan dibiarkan selama 24 jam.
 - b. Menimbang bahan susun beton yaitu semen, agregat, dan air sesuai dengan berat yang telah ditetapkan dalam perencanaan campuran adukan beton.
 - c. Mempersiapkan kerucut abrams, cetakan beton, dan peralatan lain yang diperlukan.
2. Pengadukan campuran beton
 - a. Agregat campuran dan semen diaduk merata dengan menggunakan mesin molen, sebelumnya memasukan air sekitar 80% dari yang dibutuhkan.

- b. Selama pengadukan, sisa air dimasukan sedikit demi sedikit sampai airnya habis dalam waktu tidak kurang dari 3 menit.
 - c. Pengadukan dilakukan sebanyak satu kali untuk setiap macam campuran dan setiap pengadukan dilakukan pemeriksaan nilai slump.
3. Pemeriksaan slump
- a. Masukkan adukan beton segar kedalam kerucut abrams dalam tiga lapis, masing-masing sepertiga dari tinggi kerucut.
 - b. Setiap lapis adukan ditusuk–tusuk dengan batang baja sebanyak 25 kali.
 - c. Setelah lapis beton terakhir selesai ditusuk, kemudian ditunggu selama 30 detik dan kerucut ditarik ke atas.
 - d. Nilai slump adalah selisih tinggi antara kerucut abrams dengan permukaan atas adukan beton setelah kerucut ditarik.
 - e. Pengujian slump dilakukan sebanyak 2 kali untuk setiap pengadukan, kemudian hasilnya dirata-rata.
4. Pembuatan benda uji
- a. Adukan beton dimasukkan dalam cetakan 15cm x 15cm x 15cm yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bagian dalamnya.
 - b. Cetakan diisi dengan adukan beton sebanyak tiga lapis kemudian dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk dengan batang baja pemadat. Untuk setiap lapis adukan beton dilakukan sebanyak 25 kali tusukan secara merata sampai cetakan penuh.
 - c. Permukaan beton diratakan dengan batang baja sehingga permukaan atas adukan beton rata dengan bagian atas cetakan kemudian diberi tanda nomor dan tanggal.

4. Tahap Perawatan Benda Uji

Sehari setelah beton dicetak, kemudian cetakan dibuka, kemudian benda uji dimasukkan ke bak air yang telah tersedia di Laboratorium untuk direndam selama beberapa periode tertentu yaitu selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

5. Tahap Pengujian Kuat Tekan Beton

- 1. Masing-masing beton diukur beratnya kemudian dicatat perbenda uji.

- 2. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara rata.
- 3. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/m² per detik.
- 4. Lakukan pembebanan/tekanan sampai benda uji hampir hancur dengan cara melihat jarum jam batas tekanan beton yang bergerak sampai batas maksimum (tidak bergerak lagi) dan dicatat.

6. Analisa Data

Analisa data meliputi :

1. Berat jenis pasir

$$B_j = \frac{B_2}{B_3 + B_0 + B_1}$$

Dimana :

B₀ = Berat pasir pada kondisi jenuh kering muka : 500gr.

B₁ = Berat pasir dan air.

B₂ = Berat pasir setelah kering tungku.

B₃ = Berat air.

2. Berat jenis batu pecah/split

$$B_j = \frac{B_1}{B_2 - B_3}$$

Dimana :

B₁ = Berat batu pecah/split kering oven.

B₂ = Berat batu pecah/split pada keadaan jenuh kering muka.

B₃ = Berat batu pecah/split berada dalam air.

3. Kandungan lumpur pada pasir

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$$

Dimana :

B₁ = Berat pasir kering oven.

B₂ = Berat pasir kering oven

setelah dicuci.

4. Kuat tekan beton

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f c = Kuat tekan beton (Mpa)

- P = Beban maksimum (N)
A = luas permukaan benda uji (mm²)

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Susunan Bahan Beton

Pemeriksaan terhadap susunan bahan beton diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Semen

Pemeriksaan secara visual menyimpulkan bahwa semen dalam keadaan baik yaitu berbutir halus, tidak terdapat gumpalan-gumpalan, sehingga semen dapat digunakan sebagai bahan susun beton. Semen yang digunakan adalah semen Baturaja dalam kemasan 50 kg.

2. Pemeriksaan Agregat Halus

Pengujian laboratorium yang dilakukan untuk agregat halus meliputi berat isi gembur dan berat isi padat, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan kadar air, agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai musi.

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan di laboratorium, didapat data – data sebagai berikut :

Tabel 4.1. Data – data Pasir

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,091 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	1,269 gr / cm ³
3	Berat jenis SSD	2,427
4	Berat jenis kering	2,362
5	Penyerapan	2,775 %
6	Kadar Lumpur	0,807 %
7	Kadar Air	7,13 %
8	Gradasi Butiran	Zona 4
9	Modulus Kehalusan	3,861

3. Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan yang dilakukan pada 2 sampel benda uji, kemudian dirata-rata.

Tabel 4.2. Data – data kerikil

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,37 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	1,55 kg / cm ³
3	Berat jenis SSD	2,377
4	Berat jenis kering	2,326
5	Penyerapan	2,154 %
6	Kadar Lumpur	3,297 %
7	Kadar Air	3,702 %
8	Modulus Kehalusan	8,77

4. Air

Menurut SK-SNI-S-04-1989-F air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual. Setelah dilakukan pengamatan secara visual terhadap air yang akan digunakan, menunjukkan sifat-sifat antara lain tidak berwarna, tidak berbau, jernih (tidak mengandung lumpur), dan benda terapung lainnya sehingga air tersebut dianggap memenuhi syarat. Pada penelitian ini air didapat dari instalasi air bersih di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palembang yaitu Air PDAM Tirta Musi Palembang.

B. Perencanaan Adukan Beton

Susunan bahan beton yang dipakai meliputi semen tipe 1 dengan merk Baturaja 50 kg, agregat halus berupa Pasir Sungai Musi, agregat kasar berupa batu pecah asal Ex. Lahat dengan butir maksimum 20 mm, air dari instalasi Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palembang yaitu air PDAM Tirta Musi Palembang.

Rancangan adukan didahului dengan pemeriksaan bahan susun beton K.250 yang didapat dari Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palembang yaitu pasir dari sungai musi 36% dan batu pecah dari daerah Lahat 64%. Perencanaan adukan beton normal dihitung dengan cara Laboratorium yaitu sebagai berikut :

Tabel. 4.3. Susunan bahan beton K.250 dalam 1m³

No	Beton K.250	Pasir (kg)	Split (kg)	Air (lite)	Semen (kg)	Sekam padi (kg)
1.	Normal	631,8	1.123,2	215	384	-
2.	Sekam padi 2%	631,8	1.123,2	215	384	7,68 kg
3.	Sekam padi 7,5%	631,8	1.123,2	215	384	28,8 kg
4.	Sekam padi 15%	631,8	1.123,2	215	384	57,6 kg

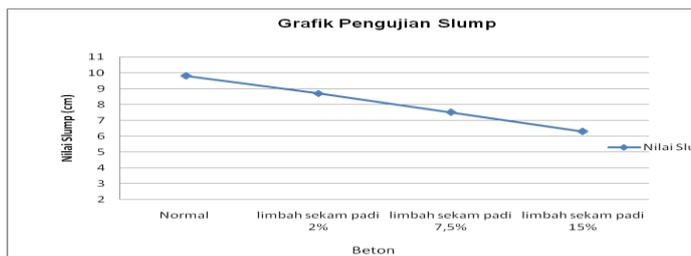
C. Pembahasan

1. Kelecekan Adukan

Adapun hasil pengujian slump beton dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut :

Tabel 4.4. Nilai pengujian slump

Beton	Nilai slump (cm)
Normal	9,8
Penambahan sekam padi 2%	8,7
Penambahan sekam padi 7,5%	7,5
Penambahan sekam padi 15%	6,3



Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan penambahan material limbah sekam padi sebagai bahan penambahan 2%, 7,5%, 15% dari berat semen, masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.

2. Kuat Tekan Beton

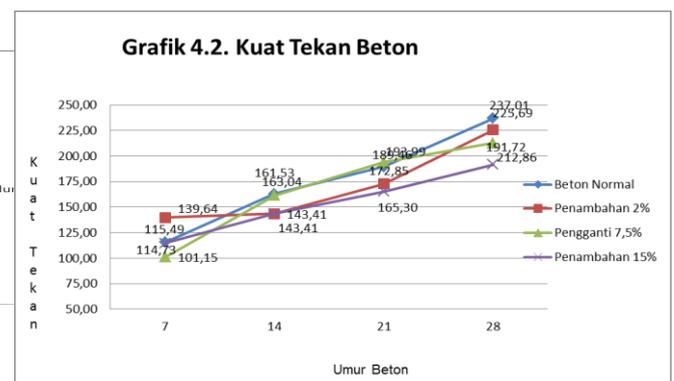
Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada umur-umur tertentu yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari. Beton K.250 yang diuji memiliki kadar penambahan limbah

abu sekam padi sebesar 0%, 2%, 7,5% dan 15%. Beton yang mencapai umur 28 hari karena pada umur ini menurut PBI 1974, kekuatan beton telah mencapai 100%. Data hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.5. Rekapitulasi Kuat Tekan Beton

Kuat tarik belah beton rata-rata	Variasi			
	Normal	Penambahan Limbah Abu Sekam Padi 2 %	Penambahan Limbah Abu Sekam Padi 7,5 %	Penambahan Limbah Abu Sekam Padi 15 %
Umur 7 hari	115,49	139,64	101,15	114,73
Umur 14 hari	163,04	143,41	161,53	143,41
Umur 21 hari	189,46	172,85	193,99	165,30
Umur 28 hari	237,01	225,69	212,86	191,72

Sumber : Hasil penelitian



V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari evaluasi hasil kuat tekan beton K.250 yang dihasilkan dari campuran tambahan limbah abu sekam padi sebanyak 0%, 2%, 7,5% dan 15% adalah :

- Beton K.250 normal tanpa menggunakan campuran tambahan limbah abu sekam padi pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 237,01 kg/cm².
 - Beton K.250 yang menggunakan campuran tambahan limbah abu sekam padi sebesar 2% pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 225,69 kg/cm².
 - Beton K.250 yang menggunakan campuran tambahan limbah abu sekam padi sebesar 7,5% pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 212,86 kg/cm².
 - Beton K.250 yang menggunakan campuran tambahan limbah abu sekam padi sebesar 15% pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 191,72 kg/cm².
2. Dari hasil evaluasi kuat tekan yang didapat pada pengujian, beton yang mengandung campuran tambahan limbah abu sekam padi sebesar 0%, 2%, 7,5% dan 15% tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari beton K.250.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian tentang analisa kuat tekan beton dengan menggunakan campuran tambahan agregat limbah abu sekam padi, maka perlu diperhatikan saran berikut ini:

1. Perhatikan umur rendaman benda uji, karena sangat berpengaruh pada waktu pengujian.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi campuran limbah abu sekam padi yang berbeda dan menguji beton pada umur lebih dari 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. L. Asri Mulyadi¹), "Jurnal Teknik Sipil UNPAL Vol 9 , No 2 , Nopember 2019 B . Spesifikasi Mortar C . Material Campuran Mortar," vol. 9, no. 2, pp. 88–93, 2019.
- [2] A. MULYADI, "Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Mortar," *Academia.Edu*, vol. 2, no. 3, pp. 1–12, 2012, [Online]. Available:

<https://www.academia.edu/download/49333206/Naskah.pdf>.

- [3] SNI 03 – 1974 – 1990 "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton" Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30
- [4] Swamy, R.N. (1986) *Cement Replacement Materials*. Surrey University Press, Surrey.
- [5] Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan keton k-225. A Hidayat. *Jurnal Aptek* 3 (2). 161-172, 2011.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, PUBI-1982, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [7] Tjokrodinuljo, 1992, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Buku Ajar. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- [8] Departemen Pekerjaan Umum, 1989, SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam), Bandung: Yayasan LPMB
- [9] SK.SNI. T-15-1990-03 dengan judul "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal" dan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI'71)
- [10] Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- [11] Tjokrodinuljo, K, 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [12] Duff Abrams (1919,dalam Shetty, 1997). Hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan beton.
- [13]Wuryati Samekto dan Rahmadiyanto, 2001. *Teknologi Beton*,. Kanisius, Yogyakarta.
- [14] ASTM C-150, Standard Specification for Portland Cement, ASTM International.
- [15] SK SNI M-08-1989-F, "Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar", Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.