



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH PENAMBAHAN SEKAM PADI TERHADAP
SIFAT MEKANIS BETON DENGAN PEMAKAIAN
SEMEN PORTLAND TIPE 1**

SKRIPSI



**VELLA GITAMI
06135015**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

"Halaman ini khusus ku persembahkan buat orang-orang yang selalu mewarnai hidupku"

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sesungguhnya Allah menyuruh kamu menyampaikan amanat kepada yang berhak menerimanya, dan (menyuruh kamu) apabila menetapkan hukum di antara manusia supaya kamu menetapkan dengan adil. Sesungguhnya Allah memberi pengajaran yang sebaik-baiknya kepadamu. Sesungguhnya Allah adalah Maha Mendengar lagi Maha Melihat.

(An Nisaa': 58)

Ya Allah izinkan aku mempersembahkan karyaku ini sebagai ungkapan terimakasihku tuk senyum, tawa, air mata, titik peluh, materi, nasihat, dukungan, perhatian dan kasih sayang yang tak ternilai harganya dari Ibunda (Marlia Indriati) dan Ayahanda (Dafrul Azmi) yang telah menemani diriku hingga sekarang dan menjadi motivasi bagiku untuk mencapai gelar sarjana. Salam sayang buat adik-adikku yang selalu memberikan semangat dan pengertian kepadaku: My sista Nivia Dwiramilia (Rajin2 kuliah yo beb n tinggikan IPK. Jan tiru lo uni...he...), My brada Alvando Dinufitra (alah pacaran lu mah dik, rajin2 se lah sekolah dulu, tp nio jd polisi mah...), Lutfi Raviqo (selalu bahagiakan ayah n bunda ya dik..). Salam hormat buat Nenekku dan Tanteuku tercinta yang selalu memberikan arahan dan motivasi untukku (semoga nantinya la bisa menjadi wanita karier seperti tante) dan untuk sobatku Lerry (makasih tuk supportnya selama ini).

Makasih buat teman-temanku 06xBrain : Edo/komting (komting paling setia sm kawan2, batungguan kawan2 tamat sadonyo lu yo ting...he...), member only (Adi, Tiara, Rico, Mufti, Kalon, Pipi, Andi, Pimen), genk beibh (Ayu, Nola, Vivi, Lusi, Lidya, Eno, Megi), genk sis (Meme, Iif, Dila, Wiwi), genk konco (Ria, Riva, Icha, Umi), susu (Sumi Sulung), Ratna, Nora, Rudi, Imel, Ade, Yuliadi, Indo, Rahmi, Roni, Nini, Imu, Stef,

Mita, Malin, Hendra, Fara, Fanny, Fadil. My best friend genk chin (Milang, Bino, Mbak Sri), Rina sayank n Wezi tacinto. Dan tak lupa pula tuk Fatia Bunga yang senasib dan seperjuangan denganku selama penelitian. Semoga kebersamaan kita nggak berakhir sampe disini ya kawan-kawan...

Makasih juga buat anak-anak kost rumah ungu : Ayu (makasi buat smuanya u), Yolanda (gak da loc gak rame), kak Kiki (sang master chef), Fifi (yg suka lola), Widya (yg rajin olah raga), yang jarang gabung (Isil, Puti, Yanti). Semoga kita selalu menjaga kekompakan kita...

Spesial buat orang yang telah banyak berjasa padaku, yang telah banyak berkorban waktu dan tenaga, yang selalu ada buatku saat susah maupun senang: Harry Yulianto, S.Pt (makasih ya bg tuk smua pengorbanannya, la minta maaf kalo selama ini la dah sering marah-marah, smua kebaikan bg sm la gak kan pernah la lupakan).

Ya Allah berikanlah kemudahan bagiku nantinya untuk mengabdikan ilmu yang kuperoleh sejak aku duduk dibangku sekolah dasar hingga sekarang, semoga aku selalu menjadi orang yang bersyukur atas nikmat-Mu. Amin...

Wassalam,

Vella Gitami

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN SEKAM PADI TERHADAP SIFAT MEKANIS
BETON DENGAN PEMAKAIAN SEMEN PORTLAND TIPE I**

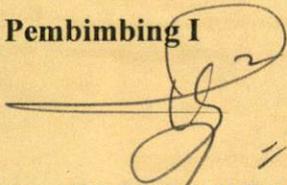
yang disusun oleh

VELLA GITAMI

06135015

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 19 Agustus 2011
dan dinyatakan lulus memenuhi syarat

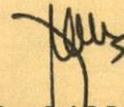
Pembimbing I



Drs. Sri Mulyadi Dt Basa, M.Si.

Nip.195208011986101001

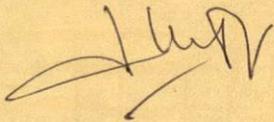
Pembimbing II



Drs. Hendri Muchtar, M.Si

Nip. 195809011985031001

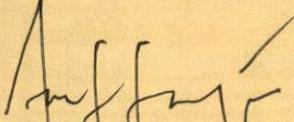
Ketua Penguji



Rahmat Rasyid, M.Si

Nip.196711031988021002

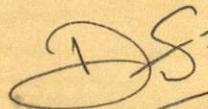
Anggota/ Penguji I



Afdhal Muttaqin, M.Si

Nip.197704292005011002

Anggota/ Penguji II

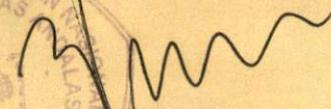
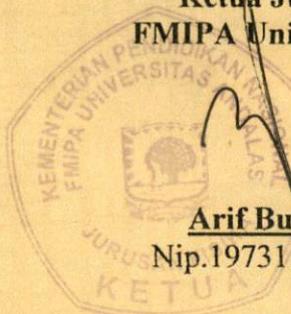


Dr. Dahyunir Dahlan

Nip.196811281995121002

Padang, Oktober 2011

**Ketua Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Andalas**



Arif Budiman, M.Si

Nip.197311141999031004

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan sekam padi terhadap sifat mekanis beton, dengan variasi penambahan sekam padi sebesar 0%, 4%, 8% dan 12% dari volume total campuran beton. Dari hasil pengujian kuat tekan, didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton pada penambahan sekam padi sebanyak 12% pada umur 14 hari menghasilkan kuat tekan sebesar $9,53 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa rata-rata beton silinder 0,983 kg, sedangkan pada saat beton umur 28 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar $21,66 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa beton silinder rata-rata sebesar 0,976 kg, dan pada umur 35 hari menghasilkan kuat tekan sebesar $37,24 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa beton silinder 0,956 kg. Nilai maksimum untuk kuat lentur didapatkan pada penambahan sekam padi sebanyak 4 % dengan kuat lentur rata-rata $79,16 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$ dengan massa balok rata-rata 1,180 kg. Dari hasil perhitungan porositas, diperoleh nilai porositas maksimum terdapat pada beton dengan penambahan sekam padi 12% yaitu pada umur 35 hari sebesar 5,29%. Sekam padi berpengaruh terhadap sifat mekanis beton, dimana dengan penambahan sekam padi massa beton menjadi lebih ringan, sedangkan porositas semakin meningkat dan kekuatan beton semakin menurun.

Kata kunci: sekam padi, kuat tekan, kuat lentur, porositas.

ABSTRACT

The research has been conducted to know the influence of rice husk addition on mechanic characteristics of concrete, with the variation of rice husk addition 0%, 4%, 8%, and 12% from totally concrete mixing volume. Based on the examining on compressive strength, the result of compressive strength on rice husk addition is 12% when it is 14 days which could get compressive strength $9,53 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ with cylindrical weight average 0,983 kg, whereas when the concrete's age is 28 days average of compressive strength $21,66 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ with average of cylindrical weight 0,976 kg, on 35 days which produced compressive strength $37,24 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ with cylindrical weight average 0,956 kg. Whereas maximum value for flexural strength has been gotten on rice husk addition 4% with the average of flexural strength $79,16 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$ with the average of a mean square weight about 1,180 kg. Based on counting of porosity, the maximum result got on concrete with rice husk addition 12% when it's 35 days is 5,29%. Rice husk influences the mechanical of concrete, the addition of rice husk lower the mass of concrete, whereas the porosity of concrete will increase and the strength of concrete will decrease.

Key words: *rice husk, compressive strength, flexural strength, porosity.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ **Pengaruh Penambahan Sekam Padi terhadap Sifat Mekanis Beton dengan Pemakaian Semen Portland Tipe I**”.

Tugas akhir ini ditulis sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas. Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Sri Mulyadi Dt. Basa, M.Si sebagai Pembimbing I dan Bapak Drs. Hendri Muchtar, M.Si sebagai Pembimbing II yang telah memberikan bantuan, bimbingan, kritikan dan saran selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Rahmat Rasyid, M.Si, Bapak Afdhal Muttaqin, M.Si, dan Bapak Dr. Dahyunir Dahlan sebagai dosen penguji, yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Arif Budiman, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

4. Sekretaris Jurusan, serta seluruh Staf Pengajar dan Tata Usaha Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.
5. Kepala dan Staf Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi (BARISTAND) Industri Padang.
6. Keluarga dan teman-teman terutama $\Phi 6x$ Brain yang telah memberikan bantuan, semangat dan dorongan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan bernilai ibadah dan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak memiliki kekurangan, untuk itu saran dan kritik dari pembaca penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca semuanya.

Padang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Semen	5
2.2.1.1 Susunan Kimia Semen	6
2.2.1.2 Semen Portland	7
2.2.1.3 Sifat-sifat Semen Portland	9
2.2.2 Agregat	10
2.2.3 Air	11

2.2.4 Beton	12
2.2.5 Sifat Mekanis Beton	13
2.2.5.1 Kuat Tekan Beton.....	13
2.2.5.2 Kuat Lentur Beton.....	14
2.2.5.3 Porositas	15
2.2.6 Beton Ringan.....	15
2.2.7 Sekam Padi.....	16
BAB III METODA PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat-alat	19
3.2.2 Bahan.....	20
3.3 Prosedur Kerja.....	20
3.3.1 Persiapan Bahan	20
3.3.2 Perhitungan Banyak Sampel	20
3.3.3 Pembuatan Benda Uji.....	21
3.3.4 Pengujian Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Porositas	22
3.4 Diagram Alir	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil.....	24
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Pengaruh Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton	29
4.2.2 Pengaruh Sekam Padi Terhadap Kuat Lentur Beton.....	30

4.2.3 Pengaruh Sekam Padi Terhadap Massa Beton Pada Kuat Tekan	32
4.2.4 Pengaruh Sekam Padi Terhadap Massa Beton Pada Kuat Lentur	33
4.2.5 Porositas	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	36
DAFTAR KEPUSTAKAAN	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Susunan Unsur Utama Semen.....	6
Tabel 2.2 Persentase Komposisi dan Kadar Senyawa Kimia Semen Portland ..	7
Tabel 2.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur.....	13
Tabel 3.1 Komponen Sampel Untuk Uji Kuat Tekan	21
Tabel 3.2 Komponen Sampel Untuk Uji Kuat Lentur	21
Tabel 4.1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Tanpa Penambahan Sekam Padi	24
Tabel 4.2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Untuk Penambahan Sekam Padi 4 % ...	25
Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Untuk Penambahan Sekam Padi 8%	26
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Untuk Penambahan Sekam Padi 12 % .	26
Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Lentur pada Beton.....	28
Tabel 4.6 Porositas Sampel Uji Umur 14 hari	28
Tabel 4.7 Porositas Sampel Uji Umur 28 hari	29
Tabel 4.8 Porositas Sampel Uji Umur 35 hari	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Mesin Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton	30
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Sekam Padi Terhadap Kuat Lentur Beton	31
Gambar 4.3 Grafik Penambahan Sekam Pada Uji Kuat Tekan Terhadap Massa	32
Gambar 4.4 Grafik Penambahan Sekam Pada Uji Kuat Lentur Terhadap Massa	33
Gambar 4.5 Grafik Porositas Benda Uji.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Data pengujian kuat tekan dan kuat lentur	39
Lampiran B. Contoh perhitungan nilai kuat tekan, kuat lentur dan porositas....	41
Lampiran C. Gambar sampel dan uji sampel	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemakaian beton sangat banyak dijumpai untuk berbagai macam konstruksi bangunan. Dalam perkembangan bidang perekayasaan material, saat ini terus diupayakan penelitian dan inovasi material termasuk material untuk bangunan atau komponen struktur (Sebayang dkk., 2008).

Konstruksi bangunan pada saat ini sangat membutuhkan beton yang kuat, tetapi juga ringan dan hemat bahan baku. Dalam pengerjaan konstruksi bangunan memiliki faktor kesulitan dalam pengadukan dan pemasangan, untuk itu perlu dikembangkan jenis beton yang mudah dalam pemasangan sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama untuk menyelesaikan konstruksi. Kemajuan teknologi beton yang dikembangkan untuk menanggulangi kekurangan yang dimiliki beton normal disebut beton spesial. Beton spesial biasanya terbuat dari campuran semen Portland dan agregat alami dan dibuat secara konvensional. Beberapa jenis beton yang dikategorikan sebagai beton spesial diantaranya adalah beton ringan. Jenis beton ringan banyak sekali macamnya mulai dari berbentuk monolitik, beton berpori, beton berkombinasi dengan serat. Serat yang biasa digunakan sebagai penguat adalah : serat karbon, serat gelas, serat nilon, serat asbes, serat logam, dan serat alamiah (*natural fiber*). Serat yang pernah dipakai dalam pembuatan beton dan memiliki kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi adalah serat baja, dimana serat ini sangat kuat dan memiliki kerapatan dan

modulus elastisitas yang tinggi, sehingga serat ini mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan serat lainnya, tetapi beton yang dihasilkan dari penambahan serat ini sangat berat dan lebih mahal.

Selain penggunaan serat baja, beton juga dapat ditambahkan serat alami seperti serat sekam padi. Sekam padi merupakan salah satu serat alami dan bahan limbah yang telah dikenal oleh masyarakat. Dari penelitian mengenai aspek-aspek kimia yang terkandung di dalam sekam padi, terbukti bahwa sekam padi dapat dimanfaatkan untuk keperluan industri kimia, bahan bangunan, industri karet. Menurut Ismail sekam padi yang mengandung silika dan bahan organik sangat sesuai dijadikan bahan mentah untuk industri (www.lib.usm.my/bpp/ismail.html). Sekam padi mempunyai banyak keunggulan dibanding serat alam lainnya, seperti kemampuan menahan kelembaban, tidak mudah terbakar, tidak mudah berjamur, tidak berbau, dan tidak berkarat seperti logam (Oliver, 2002). Produk dari Litbang yang memanfaatkan sekam padi dicampur dengan semen yaitu berupa prototipe komponen bangunan yang digunakan untuk langit-langit dan dinding partisi non struktural yang memiliki kuat lentur $40-50 \text{ kg/cm}^2$ (Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, 1999). Penambahan sekam padi pada campuran beton akan dianalisis pengaruhnya terhadap kekuatan beton dengan komposisi yang lebih ringan. Beton berserat sekam padi tidak membutuhkan biaya yang besar, sehingga harganya lebih murah dibandingkan dengan beton berserat baja.

1.2 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh penambahan sekam padi terhadap kuat tekan, kuat lentur, dan porositas dari beton dan membandingkannya dengan beton normal.

1.3 Manfaat Penelitian

Bahan bangunan yang diperkuat sekam padi diharapkan dapat memberikan keunggulan pada beton khususnya memperoleh informasi tentang peningkatan kekuatan beton dengan massa yang lebih ringan. Selain itu, dapat mengurangi biaya konstruksi, dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan atau dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh sekam padi. Kemudian hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai acuan awal untuk penelitian selanjutnya.

1.4 Batasan Masalah

1. Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan beton adalah sekam padi, dengan variasi persentase penambahan 0%, 4%, 8% dan 12% dari volume total material campuran.
2. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan (pada umur 14 hari, 28 hari dan 35 hari) dan kuat lentur yang dilakukan pada umur 28 hari, serta menghitung nilai porositas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Susilo (2008) melakukan penelitian tentang Pengaruh Pemakaian Abu Sekam Padi Sebagai Cementitious Terhadap Perkembangan Kuat Tekan Dan Porositas Beton. Metode penelitian yang dilakukan adalah presentase penggunaan bahan tambah abu sekam padi sebesar 10% dari berat semen dan faktor air semen (fas) 0,4. Pengujian benda uji dilakukan pada umur perawatan perendaman 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil kuat tekan maksimum silinder beton dengan bahan tambah abu sekam padi diperoleh dengan perawatan perendaman yaitu sebesar 27,539 MPa pada umur 28 hari, lebih besar 3,18% dari beton normal sebesar 26,691 MPa. Nilai porositas terendah untuk beton dengan bahan tambah abu sekam padi diperoleh pada umur perendaman 14 hari sebesar 13,455%, lebih kecil dari beton normal 27,120%. Hasil penelitian menunjukkan beton dengan bahan tambah abu sekam padi mampu meningkatkan kuat tekan, selain itu butir-butir sekam pada beton mampu mengisi rongga-rongga sehingga porositas berkurang.

Wahyudi, Yusuf (1999) dengan judul Pengaruh abu sekam padi pada kuat tekan, abrasi, dan ketahanan klorida beton. Sebagai bahan penelitian, ia mengambil sekam padi dari daerah Kalasan Yogyakarta. Dalam penelitian ini, abu sekam padi dibuat sendiri dengan memanaskan sekam padi dalam tungku pembakar. Umur uji adalah 60 hari, kuat tekan maksimum diperoleh pada

penambahan abu sekam padi sebesar 15% dari berat semen dengan peningkatan sebesar 15,58%.

Kuntrisno (2002) dengan judul pengaruh penambahan abu sekam terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitiannya Kuntrisno membuat perencanaan pencampuran dibagi dua, pertama abu sekam padi ditambah pada adukan beton dengan penambahan 2,5%, 5%, 7,5%, 10%. Kedua, abu sekam padi berfungsi sebagai agregat dengan ukuran 2,5%, 5%, 7,5%, 10% yang mana penambahan abu sekam padi juga diikuti dengan penambahan semen. Dari hasil penelitian tersebut didapat kesimpulan bahwa campuran beton ditambah abu sekam padi 10%, maka kuat tekan beton meningkat 12,5% dan pada campuran beton abu sekam padi berfungsi sebagai agregat dimana penambahan abu sekam padi 10% maka kuat tekan beton meningkat menjadi 37%.

Yang membedakan dengan penelitian kali ini yakni sekam padi yang digunakan adalah sekam padi murni tanpa dibakar. Pada penelitian ini nantinya akan terlihat apakah pengaruh sekam padi terhadap beton dapat meningkatkan kekuatan beton seperti beton yang menggunakan sekam padi yang dibakar atau hanya dapat membuat beton menjadi ringan seperti beton berserat dan kekuatannya melemah dikarenakan sekam padi dapat menimbulkan banyak pori pada beton.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Semen

Semen pertama kali ditemukan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824. Semen adalah suatu bahan perekat hidrolis berupa serbuk halus yang dapat

mengeras apabila tercampur dengan air. Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, sehingga membentuk material batu padat. Sifat hidrolis dari semen menyebabkan semen mengeras bila dicampur dengan air dan semen membentuk pasta yang akan mengisi diantara rongga-rongga diantara butir-butir pasir dan kerikil.

Semen terdiri dari batu kapur/ gamping yang mengandung kalsium oksida (CaO), tanah liat (lempung) yang mengandung silika oksida (SiO₂), aluminium oksida (Al₂O₃), besi oksida (Fe₂O₃) dan gips yang berfungsi untuk mengontrol pengerasan.

2.2.1.1 Susunan Kimia Semen

Bahan dasar penyusun semen terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika dan oksida besi, maka bahan-bahan itu menjadi unsur-unsur pokok semennya.

Tabel 2.1 Susunan Unsur Utama Semen

Oksida	Persen (%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO ₂)	17 – 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃)	1 – 2
Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 – 1

2.2.1.2 Semen Portland

Pada umumnya semen digunakan untuk bahan bangunan adalah semen Portland. Semen ini dibuat dengan cara menghaluskan silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan dicampur dengan gipsum.

Persentase dari komposisi dan unsur-unsur pembentukan semen Portland tersebut tercantum pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Presentase komposisi dan kadar senyawa kimia semen Portland

Nama senyawa	Rumus singkatan	Kadar rata-rata (%)
Tricalcium silikat	C_3S	59
Dicalcium silikat	C_2S	15
Tricalcium aluminat	C_3A	12
Tetracalcium Aluminoferrit	C_4AF	8
Magnesia	MgO	2,4
Kapur bebas	CaO	0,8
Senyawa alkali	Na_2O dan K_2O	1,2
Gipsum	$CaSO_4$	2,9

Semen portland diklasifikasikan dalam lima tipe yaitu :

1. Tipe I (Ordinary Portland Cement)

Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang dipersyaratkan pada tipe-tipe lain. Tipe semen ini paling banyak diproduksi dan banyak dipasaran. Semen Portland tipe ini digunakan untuk segala macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus,

misalnya tahan terhadap sulfat, panas hidrasi, dan sebagainya. Semen ini mengandung 5 % MgO dan 2,5 -3% SO₃.

2. Tipe II (Moderate sulfat resistance)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang. Tipe II ini mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah dibanding semen Portland Tipe I. Pada daerah-daerah tertentu dimana suhu agak tinggi, maka untuk mengurangi penggunaan air selama pengeringan agar tidak terjadi penyusutan yang besar perlu ditambahkan sifat moderat "*Heat of hydration*". Semen Portland tipe II ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga dan landasan berat yang ditandai adanya kolom-kolom dan dimana proses hidrasi rendah juga merupakan pertimbangan utama.

3. Tipe III (High Early Strength)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen tipe III ini dibuat dengan kehalusan yang tinggi blaine biasa mencapai 5000 cm²/gr dengan nilai C₃S nya juga tinggi. Beton yang dibuat dengan menggunakan semen Portland tipe III ini dalam waktu 24 jam dapat mencapai kekuatan yang sama dengan kekuatan yang dicapai semen Portland tipe I pada umur 3 hari, dan dalam umur 7 hari semen Portland tipe III ini kekuatannya menyamai beton dengan menggunakan semen portlan tipe I pada umur 28 hari.

4. Tipe IV (Low Heat Of Hydration)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah. Penggunaan semen ini banyak ditujukan untuk struktur beton dengan volume

yang besar, seperti bendungan, dam, lapangan udara. Dimana kenaikan temperatur dari panas yang dihasilkan selama periode pengerasan diusahakan seminimal mungkin sehingga tidak terjadi pengembangan volume beton yang bisa menimbulkan retak. Pengembangan kuat tekan dari semen jenis ini juga sangat lambat jika dibanding semen portland tipe I.

5 Tipe V (Sulfat Resistance Cement)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Semen jenis ini cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang tanah dan airnya mempunyai kandungan garam sulfat tinggi seperti: air laut, daerah tambang, air payau dan sebagainya.

2.2.1.3 Sifat-sifat dari Semen Portland

Ada beberapa sifat utama yang dimiliki semen Portland:

1. Sifat hidrasi semen

Merupakan reaksi yang terjadi antara komponen atau senyawa semen dengan air sehingga menghasilkan senyawa hidrat dan panas, yang dipengaruhi oleh kehalusan semen, jumlah air, suhu dan sebagainya.

2. Pengikatan dan pengerasan

Pengikatan mulai terjadi pada saat adonan sampai semen mulai kaku, sedangkan pengerasan terjadi pada saat semen mulai mengeras dan memberikan kekuatan.

3. Kekuatan tekan

Kekuatan tekan dipengaruhi oleh kualitas semen, meliputi kehalusan semen dan penambahan komposisi kimia semen, kemudian dipengaruhi juga oleh air, yaitu jika semakin tinggi kadar air akan menghasilkan kekuatan mortar dan beton menjadi rendah.

4. Penyusutan volume beton dan mortar karena adanya penguapan air yang ada dalam adonan semen tersebut.

5. Ketahanan beton terhadap pengaruh yang merusak oleh kondisi lingkungan yang dapat menimbulkan penurunan kuat tekan semen.

2.2.2 Agregat

Agregat di dalam adukan beton menempati volume terbesar oleh karena itu mutu agregat sangat penting untuk diketahui, tidak hanya karena agregat akan membatasi kekuatan betonnya, tetapi juga sifat agregat akan banyak sekali pengaruhnya terhadap tahanan lamanya beton. Ditinjau dari secara teknis dengan adanya agregat, mutu beton akan lebih stabil disbanding pasta semen (Suharto, 1995).

Agregat ada dua jenis :

a. Agregat kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila kasar apabila ukurannya sudah melebihi 1/4 inci (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton karena sifatnya yang keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-

bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen. Agregat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah kerikil alami yang didapat dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah dari pada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

b. Agregat halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Agregat yang baik harus bebas dari bahan organik, lempeng, partikel atau bahan-bahan yang dapat merubah beton (Samekto dan Rahmadiyahanto, 2001). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus.

2.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran. Kualitas air sangat penting karena ketidakmurnian air dapat mempengaruhi setting semen, dapat menurunkan kekuatan beton atau mengakibatkan noda-noda pada permukaan beton. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan juga dapat mengubah sifat-sifat semen.

2.2.4 Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil, batu pecah dan lain-lain) dengan semen yang dipersatukan dengan air dalam perbandingan tertentu.

Beton merupakan material komposit yang diperoleh dari suatu proses pencampuran semen Portland, agregat halus, agregat kasar, dan air yang mengeras seiring perkembangan waktu menjadi benda padat. Komposisi beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan rongga udara. Rongga udara mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan beton. Makin besar volume rongga udara yang terdapat dalam beton maka kuat beton akan semakin menurun dan sebaliknya. Dalam proses pembuatan beton dibentuk dari semen dan air yang menghasilkan pasta semen yang digunakan untuk mengikat agregat kasar dan agregat halus.

Dalam pengadukan beton terdapat beberapa sifat :

- a. *Workability*, adalah sifat beton setelah pengadukan akan menghasilkan adukan yang mudah diangkut, dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu beton.
- b. *Durability*, adalah sifat tahan pada beton dari pengaruh luar selama dalam pemakaian, diantaranya tahan terhadap cuaca, pengaruh kimia, dan erosi.
- c. Sifat kedap air.

Faktor yang mempengaruhi sifat kedap air pada beton antara lain:

- Mutu dan porositas agregat.

- Kekedapan air akan berkurang dengan bertambahnya umur beton.
- Perawatan beton dan gradasi harus dipilih agar beton mudah dikerjakan dengan baik dan jumlah air yang minimal.

2.2.5 Sifat Mekanis Beton

Perilaku mekanik beton merupakan kemampuan beton di dalam memikul beban pada struktur bangunan. Kinerja beton keras yang baik ditunjukkan oleh kuat tekan beton yang tinggi dan kuat lentur yang lebih baik.

2.2.5.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan adalah kemampuan untuk menahan atau memikul suatu beban (ketahanan terhadap tekanan). Faktor –faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton yang pertama kualitas semen, makin halus partikel-partikel semen maka akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, hal ini disebabkan karena luasnya permukaan yang bereaksi dengan air dan agregat. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100% setelah beton berumur 28 hari.

Perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat PCC berdasarkan umur beton disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Perkiraan kuat tekan beton pada berbagai umur

Umur beton (Hari)	3	7	14	21	28
Kuat tekan (MPa)	0,46	0,70	0,88	0,96	1,0

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Beban yang diberikan akan

dipikul rata oleh penampang sehingga nilai kuat tekan yang dihasilkan dapat dihitung dengan persamaan 2.1.

$$\text{Kuat Tekan } (f_c) = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

dengan : f_c adalah harga kuat tekan benda uji (kg/m^2),

A adalah luas penampang benda uji (m^2),

P adalah beban tekan (kg).

2.2.5.2 Kuat Lentur Beton

Dari pengujian kuat lentur dapat diketahui pola retak yang terjadi pada balok yang memikul beban lentur. Kuat lentur beton juga dapat menunjukkan tingkat kepadatan rongga beton. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat lentur adalah jenis dan kualitas semen, jenis dan lekuk bidang permukaan agregat, efisien dari perawatan, kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu serta kekuatan beton akan bertambah karena umur.

Untuk menghitung nilai kuat lentur beton dapat digunakan persamaan 2.2.

$$f_r = \frac{3 P L}{2 b d^2} \quad (2.2)$$

Dengan : f_r adalah kuat lentur (kg/m^2),

P adalah beban tekan (kg),

L adalah jarak bilah penyangga benda uji (m),

b adalah panjang penampang benda uji (m),

d adalah lebar penampang benda uji (m).

2.2.5.3 Porositas

Porositas merupakan perbandingan antara ruang kosong dalam batuan dengan volume total batuan yang dinyatakan dalam persentase. Porositas suatu material dinyatakan dalam persen yang menghubungkan volume pori terbuka terhadap volume benda keseluruhan. Menghitung porositas dapat dilakukan dengan persamaan 2.3.

$$P\% = \frac{m_b - m_k}{m_b - m_a} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana : P = porositas (%)

m_k = massa kering (kg)

m_b = massa basah (kg)

m_a = massa benda dalam air (kg).

2.2.6 Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, *expanded polystyrene* dll), campuran antara semen, silica, pozollan (dikenal dengan nama *aerated concrete*) atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara (dikenal dengan nama *foamed concrete* atau *cellular concrete*).

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600 – 1600 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara

signifikan mengurangi berat bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain:

- Memiliki nilai tahanan panas (*thermal insulation*) yang baik
- Memiliki tahanan suara (peredaman) yang baik
- Tahan api (*fire resistant*)

Kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya (*compressive strength*) terbatas, sehingga tidak dianjurkan penggunaan untuk perkuatan (struktural).

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju dan semakin canggih, teknologi pembuatan beton mempunyai potensi yang lebih luas dalam bidang konstruksi. Hal ini menyebabkan beton banyak digunakan untuk konstruksi bangunan gedung, rumah, jalan raya, jalan kereta api, lapangan terbang, pelabuhan, bangunan air, terowongan, bangunan lepas pantai, dan lain-lain. Dalam konstruksi suatu bangunan, dibutuhkan beton yang bermutu tinggi dimana memiliki kuat tekan yang tinggi, dan memiliki berat yang ringan

2.2.7 Sekam Padi (*Rice Husk*)

Kulit padi (sekam) merupakan salah satu bahan/ material sisa dari proses pengolahan padi yang selama ini dianggap limbah. Pada setiap penggilingan padi akan selalu kita lihat tumpukan bahkan gunung sekam yang semakin lama semakin tinggi. Saat ini pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan.

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar.

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah. Penggunaan energi sekam bertujuan untuk menekan biaya pengeluaran untuk bahan bakar bagi rumah tangga petani. Penggunaan Bahan Bakar Minyak yang harganya terus meningkat akan berpengaruh terhadap biaya rumah tangga yang harus dikeluarkan setiap harinya.

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8- 12% dan beras giling antara 50-63,5% data bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan.

Komposisi kimia sekam padi menurut Suharno (1979) :

- Kadar air : 9,02%
- Protein kasar : 3,03%
- Lemak : 1,18%
- Serat kasar : 35,68%
- Abu : 17,17%
- Karbohidrat dasar : 33,71

Komposisi kimia sekam padi menurut DTC - IPB :

- Karbon (zat arang) : 1,33%
- Hidrogen : 1,54%
- Oksigen : 33,64%
- Silika : 16,98%

Dengan komposisi kandungan kimia seperti di atas, sekam dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di antaranya:

- sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama kandungan zat kimia furfural yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia,
- sebagai bahan baku pada industri bahan bangunan, terutama kandungan silika (SiO_2) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen portland, bahan isolasi, husk-board dan campuran pada industri bata merah,
- sebagai sumber energi panas pada berbagai keperluan manusia, kadar selulosa yang cukup tinggi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

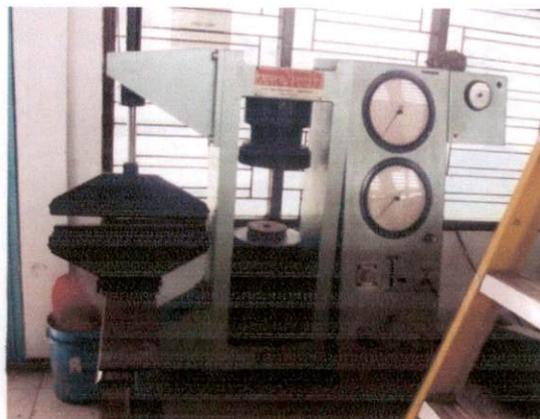
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2011 sampai Agustus 2011, di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi (BARISTAND) Industri Padang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan digital
2. Ayakan standar
3. Sendok semen
4. Cetakan berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 10 cm
5. Cetakan berbentuk balok (10x10x25) cm
6. Mesin Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur



Gambar 3.1 Mesin Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur

3.2.2 Bahan

1. Semen Portland tipe I yang diproduksi oleh PT. Semen Padang
2. Agregat halus adalah pasir
3. Agregat kasar adalah kerikil
4. Air
5. Sekam padi (*rice husk*)

3.3 Prosedur Kerja

Penelitian ini dilakukan dengan membuat 48 buah benda uji. Benda uji ini terdiri dari 4 macam variasi penambahan sekam padi yaitu 0%, 4%, 8% dan 12%. Tiap variasi tersebut dibuat 12 buah sampel untuk kuat tekan (3 buah untuk umur 14 hari, 3 buah untuk umur 28 hari dan 3 buah untuk umur 35 hari) dan 3 buah untuk uji kuat lentur.

3.3.1 Persiapan Bahan

Bahan yang dipersiapkan adalah sekam padi. Untuk bahan utama beton berupa semen, agregat halus dan agregat kasar, serta air. Agregat tersebut dijemur terlebih dahulu sehingga material tersebut tidak terlalu basah.

3.3.2 Perhitungan Banyak Sampel (*Mix Design Beton*)

Adapun komponen persampel yang didapatkan dari mix desain beton untuk uji kuat tekan dengan menggunakan cetakan silinder dapat dilihat dari Tabel 3.1.

Perbandingan dari campuran beton ini adalah 1 : 2 : 2,5 dari volume total material.

Tabel 3.1 Komponen Sampel Untuk Uji Kuat Tekan

Proporsi Serat	Sekam padi	Semen	Pasir	Air	Kerikil
%	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
0	0	0,160	0,320	0,150	0,400
4	0,035	0,160	0,320	0,150	0,400
8	0,071	0,160	0,320	0,150	0,400
12	0,105	0,160	0,320	0,150	0,400

Komponen persampel yang didapatkan dari mix desain beton untuk uji kuat lentur dengan menggunakan cetakan balok dapat dilihat dari Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Komponen Sampel Untuk Uji Kuat Lentur

Proporsi Serat	Sekam padi	Semen	Pasir	Air	Kerikil
%	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
0	0	0,400	0,800	0,300	1,200
4	0,096	0,400	0,800	0,300	1,200
8	0,192	0,400	0,800	0,300	1,200
12	0,288	0,400	0,800	0,300	1,200

3.3.3 Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Penimbangan material
- b. Pengadukan material
- c. Pencetakan benda uji dengan cetakan selinder berdiameter 10 cm tinggi 10 cm untuk pengujian kuat tekan dan cetakan balok 10x10x25 cm untuk pengujian kuat lentur
- d. Pembukaan cetakan setelah \pm 24 jam
- e. Perawatan beton dengan merendamnya di bak perendaman sampai umur uji beton.

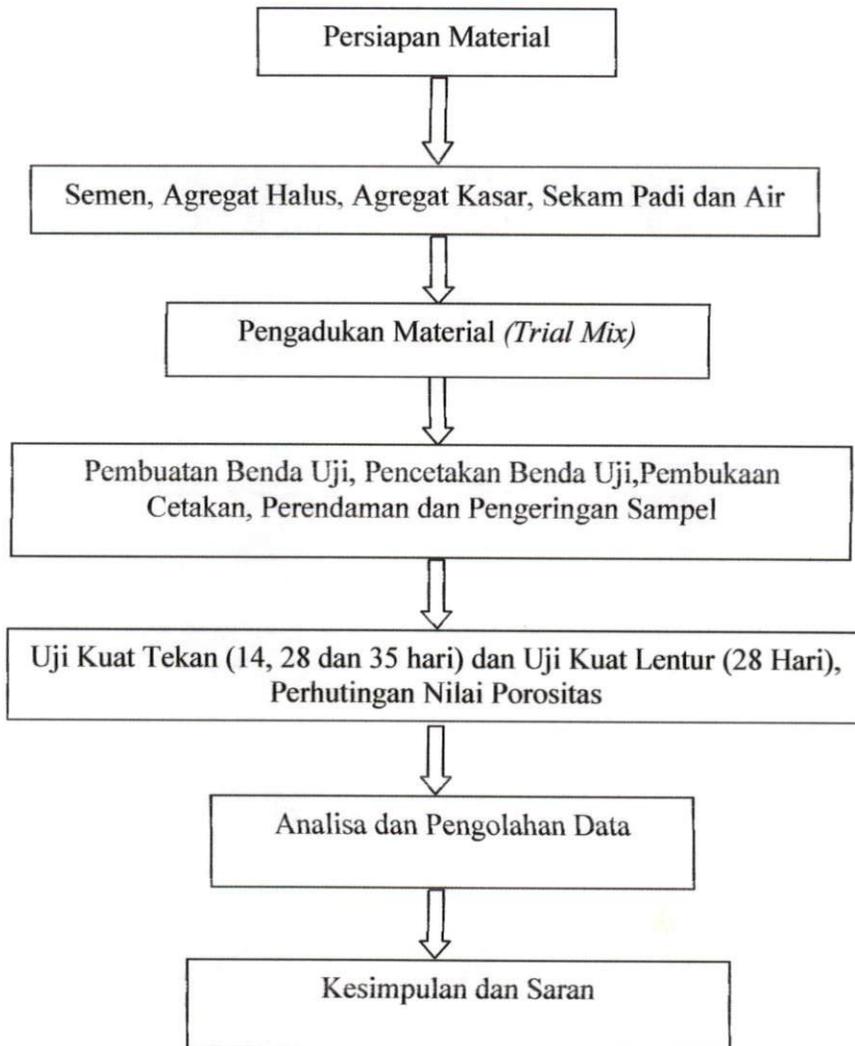
3.3.4 Pengujian Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Porositas

Sampel yang sudah cukup umurnya untuk diuji dikeluarkan dari bak perendaman dan dikeringkan. Selanjutnya dilakukan pengujian.

Nilai kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 dan nilai kuat lentur digunakan persamaan 2.2. Kemudian untuk menghitung nilai porositas digunakan persamaan 2.3.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Secara umum alur tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bagan Alir Metode Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Hasil dari nilai kuat tekan beton tanpa penambahan sekam padi dapat dilihat pada tabel 4.1. Luas penampang dari beton silinder diketahui $78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. Nilai maksimum kuat tekan rata-rata didapatkan pada umur 35 hari yaitu sebesar $165,90 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata 1,083 kg. Sedangkan pada saat beton umur 28 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar $125,61 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata 1,123 kg dan nilai minimum kuat tekan rata-rata didapatkan pada umur 14 hari sebesar $68,44 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata 1,153 kg. Dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata dari beton tanpa sekam padi ini mengalami peningkatan sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut.

Tabel 4.1 Tabel uji kuat tekan beton tanpa penambahan sekam padi.

No	Umur (hari)	Massa benda uji (kg)	Beban Maksimum ($\times 10^4 \text{ kg}$)	Kuat Tekan Benda Uji ($\times 10^4 \text{ kg/m}^2$)	Kuat Tekan Rata-rata ($\times 10^4 \text{ kg/m}^2$)
1	14	1,160	0,5406	68,87	68,44
2		1,150	0,5406	68,87	
3		1,150	0,5304	67,57	
4	28	1,130	0,9996	127,34	125,61
5		1,120	0,9894	126,04	
6		1,120	0,9690	123,44	
7	35	1,090	1,3056	166,37	165,90
8		1,080	1,3056	166,37	
9		1,080	1,2954	164,97	

Perhitungan nilai kuat tekan beton dengan penambahan sekam padi sebanyak 4% dari volume total material campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.2. Luas penampang dari beton sebesar $78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. Nilai maksimum kuat

tekan rata-rata pada umur 35 hari sebesar $87,49 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 1,033 kg, sedangkan pada saat beton umur 28 hari didapat kuat tekan rata-rata $61,94 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 1,057 kg, nilai minimum kuat tekan rata-rata didapatkan pada umur 14 hari sebesar $35,53 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata 1,076 kg.

Tabel 4.2 Hasil uji kuat tekan pada beton untuk penambahan sekam padi 4%

No	Umur (hari)	Massa benda uji (kg)	Beban Maksimum ($\times 10^4 \text{ kg}$)	Kuat Tekan Benda Uji ($\times 10^4 \text{ kg/m}^2$)	Kuat Tekan Rata-rata ($\times 10^4 \text{ kg/m}^2$)
1	14	1,080	0,2754	35,08	35,53
2		1,080	0,2754	35,08	
3		1,070	0,2625	33,44	
4	28	1,060	0,4794	61,07	61,94
5		1,060	0,4794	61,07	
6		1,050	0,4998	63,67	
7	35	1,040	0,6936	88,35	87,49
8		1,030	0,6834	87,06	
9		1,030	0,6834	87,06	

Dari tabel 4.3 dapat dilihat nilai kuat tekan beton dengan penambahan sekam padi sebanyak 8% dari volume total material campuran beton, nilai maksimum kuat tekan rata-rata pada umur 35 hari sebesar $62,80 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 0,995 kg, sedangkan pada saat beton umur 28 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar $33,35 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 1,010 kg dan nilai minimum kuat tekan rata-rata didapatkan pada umur 14 hari sebesar $21,64 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata 1,027 kg. Kuat tekan rata-rata yang diberikan oleh beton dengan penambahan sekam padi 8% mengalami peningkatan sesuai dengan bertambahnya umur beton.

Tabel 4.3 Hasil uji kuat tekan pada beton untuk penambahan sekam padi 8%

No	Umur (hari)	Massa benda uji (kg)	Beban Maksimum ($\times 10^4$ kg)	Kuat Tekan Benda Uji ($\times 10^4$ kg/m ²)	Kuat Tekan Rata-rata ($\times 10^4$ kg/m ²)
1	14	1,029	0,1734	22,08	21,64
2		1,027	0,1734	22,08	
3		1,026	0,1632	20,78	
4	28	1,005	0,2754	35,08	33,35
5		1,005	0,2550	32,48	
6		1,020	0,2550	32,48	
7	35	1,005	0,4794	61,07	62,80
8		0,990	0,4998	63,67	
9		0,990	0,4998	63,67	

Nilai kuat tekan beton dengan penambahan sekam padi sebanyak 12% dari volume total material campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.4. Luas penampang benda uji sebesar $78,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. Nilai maksimum kuat tekan rata-rata pada umur 35 hari sebesar $37,24 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 0,956 kg, sedangkan pada saat beton umur 28 hari didapat kuat tekan rata-rata yaitu sebesar $21,66 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 0,976 kg dan nilai minimum kuat tekan rata-rata pada umur 14 hari sebesar $9,53 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata 0,983 kg.

Tabel 4.4 Hasil uji kuat tekan pada beton untuk penambahan sekam padi 12%.

No	Umur (hari)	Massa benda uji (kg)	Beban Maksimum ($\times 10^4$ kg)	Kuat Tekan Benda Uji ($\times 10^4$ kg/m ²)	Kuat Tekan Rata-rata ($\times 10^4$ kg/m ²)
1	14	0,990	0,0714	9,10	9,53
2		0,980	0,0714	9,10	
3		0,980	0,0816	10,40	
4	28	0,980	0,1632	20,79	21,66
5		0,980	0,1734	22,09	
6		0,970	0,1734	22,09	
7	35	0,960	0,2856	36,38	37,24
8		0,960	0,2856	36,38	
9		0,950	0,3060	38,98	

Nilai kuat lentur dapat dilihat pada tabel 4.5, dengan panjang benda uji 0,25 m, lebar 0,1 dan luas penampang benda uji sebesar 0,2 m. Nilai kuat lentur dengan penambahan sekam padi sebanyak 0% dari volume total campuran beton, nilai maksimum kuat lentur rata-rata sebesar $66,37 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 2,073 kg, untuk penambahan sekam padi sebanyak 4% dari volume total material campuran beton, didapatkan nilai kuat lentur rata-rata sebesar $79,16 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 1,950 kg, penambahan sekam padi sebanyak 8% dari volume total material campuran beton, didapatkan nilai kuat lentur rata-rata $71,84 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 1,850 kg, dan penambahan sekam padi sebanyak 12% dari volume total material campuran beton, didapatkan nilai maksimum kuat lentur rata-rata yaitu sebesar $58,36 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$ dengan massa sampel rata-rata sebesar 1,700 kg.

Kuat lentur rata-rata yang diperoleh oleh beton dengan penambahan sekam padi dengan variasi persentase sekam padi 0%, 4%, 8% dan 12% mengalami optimasi kuat lentur pada penambahan serat 4 %, dan nilai minimum terdapat pada penambahan serat sebesar 12 %.

Tabel 4.5 Hasil uji kuat lentur pada beton untuk penambahan sekam padi 0%, 4%, 8% dan 12% pada umur uji 28 hari.

(%)	(P) (x10 ³ kg)	f_r (x 10 ³ kg/m ²)	f_r Rata-rata (x 10 ³ kg/m ²)
0%	0,54	64,92	66,37
	0,55	66,12	
	0,55	66,12	
4%	0,66	79,56	79,16
	0,66	79,56	
	0,65	78,36	
8%	0,60	72,24	71,84
	0,60	72,24	
	0,59	71,04	
12%	0,49	58,80	58,36
	0,49	58,80	
	0,47	57,48	

Berdasarkan nilai porositas yang didapatkan pada Tabel 4.6 , 4.7 dan 4.8 pada umur 14 hari, 28 hari dan 35 hari dapat diambil kesimpulan bahwa dengan bertambahnya jumlah persentase sekam padi maka semakin besar nilai porositas beton. Semakin kecil porositas maka semakin padat bahan tersebut.

Tabel 4.6 Perhitungan Porositas sampel uji umur 14 hari

Persentase Serat (%)	M_a (massa benda dalam air) (kg)	m_b (massa basah) (kg)	m_k (massa kering) (kg)	Porositas (%)
0	0,71	1,16	1,13	2,83
4	0,57	1,07	1,05	3,05
8	0,45	1,00	0,98	3,61
12	0,34	0,97	0,94	3,96

Tabel 4.7 Perhitungan Porositas sampel uji umur 28 hari

Persentase Serat (%)	m_a (massa benda dalam air) (kg)	m_b (massa basah) (kg)	m_k (massa Kering) (kg)	Porositas (%)
0	0,63	1,12	1,10	3,48
4	0,50	1,05	1,03	3,83
8	0,43	0,99	0,97	4,02
12	0,31	0,96	0,96	4,75

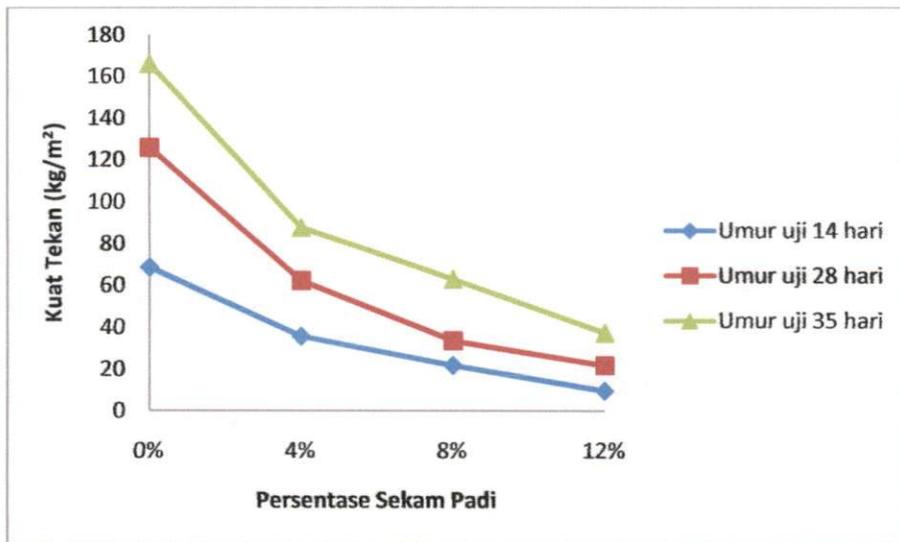
Tabel 4.8 Perhitungan Porositas sampel uji umur 35 hari

Persentase Serat (%)	m_a (massa benda dalam air) (kg)	m_b (massa basah) (kg)	m_k (massa Kering) (kg)	Porositas (%)
0	0,55	1,05	1,03	3,78
4	0,42	1,03	1,00	4,07
8	0,39	0,98	0,95	4,44
12	0,31	0,89	0,86	5,29

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1 Pengaruh Penambahan Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton

Penambahan sekam padi yang bervariasi pada pembuatan beton memberi pengaruh terhadap besarnya kuat tekan beton dengan massa yang lebih ringan dibandingkan dengan beton normal. Dari gambar 4.1 didapatkan penambahan maksimum sekam terhadap campuran material beton, yaitu penambahan sekam padi sebanyak 4 % pada umur 14 hari menghasilkan kuat tekan $68,44 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa rata-rata benda uji 1,076 kg, pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan sebesar $61,94 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa rata-rata benda uji 1,057 kg, dan pada umur 35 hari menghasilkan kuat tekan sebesar $87,49 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa rata-rata benda uji 1,033 kg.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh penambahan sekam padi terhadap kuat tekan beton

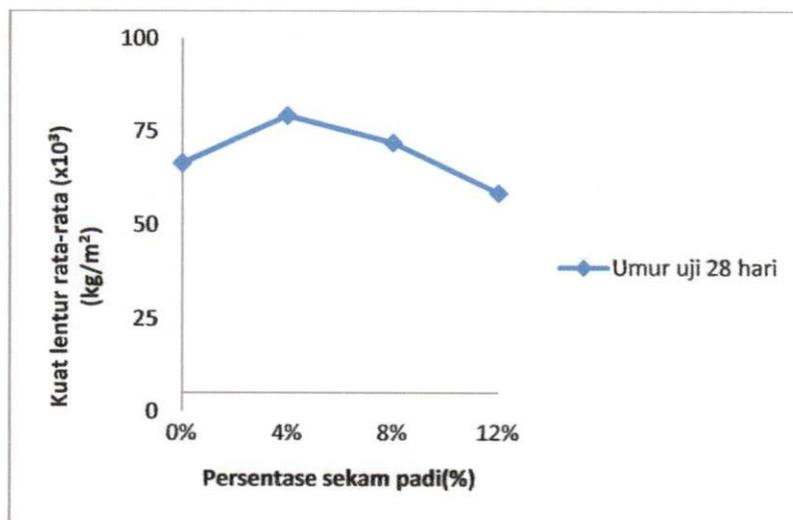
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang terlihat dari gambar di atas, pada penambahan sekam padi 0% beton memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi baik pada umur 14 hari, 28 hari dan 35 hari dibandingkan dengan hasil kuat tekan pada penambahan sekam padi 4%, 8% dan 12%. Hal ini disebabkan karena sulitnya pasta semen mengikat sekam padi.

4.2.2 Pengaruh Penambahan Sekam Padi Terhadap Kuat Lentur Beton

Penambahan sekam padi yang bervariasi pada pembuatan beton juga memberi pengaruh terhadap besarnya kuat lentur beton dengan berat yang lebih ringan dibandingkan beton normal. Nilai maksimum kuat lentur rata-rata didapat pada penambahan sekam padi sebanyak 4 % pada umur 28 hari yaitu 79,16 kg/m².

Pengujian ini dilakukan sampai benda uji mengalami patahan atau kegagalan struktur hingga didapat nilai maksimum. Gambar 4.2 memperlihatkan

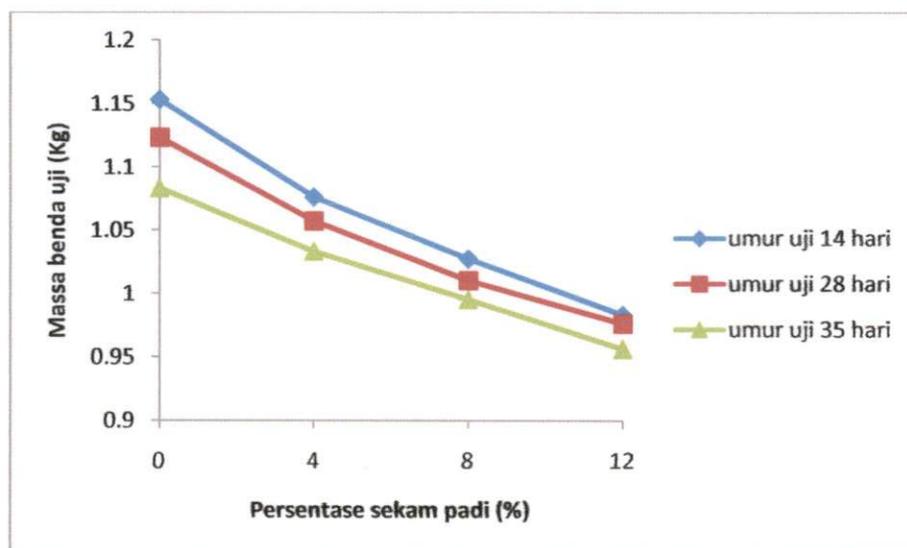
bahwa penambahan sekam padi lebih dari 4% akan mengakibatkan penurunan kuat lentur beton. Hal ini disebabkan oleh penambahan sekam padi yang cukup besar mengakibatkan sulitnya pemadatan yang akhirnya akan menimbulkan pori-pori pada campuran beton akibat udara yang terperangkap, pori-pori tersebut menjadi titik lemah saat menerima beban.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh penambahan sekam padi terhadap kuat lentur beton

4.2.3 Pengaruh Penambahan Sekam Padi Terhadap Massa Beton untuk Kuat Tekan

Penambahan maksimum dari massa sekam padi terlihat pada gambar 4.3. Terlihat pengaruh penambahan sekam padi terhadap massa beton yang lebih ringan dibandingkan dengan massa beton tanpa penambahan sekam padi.

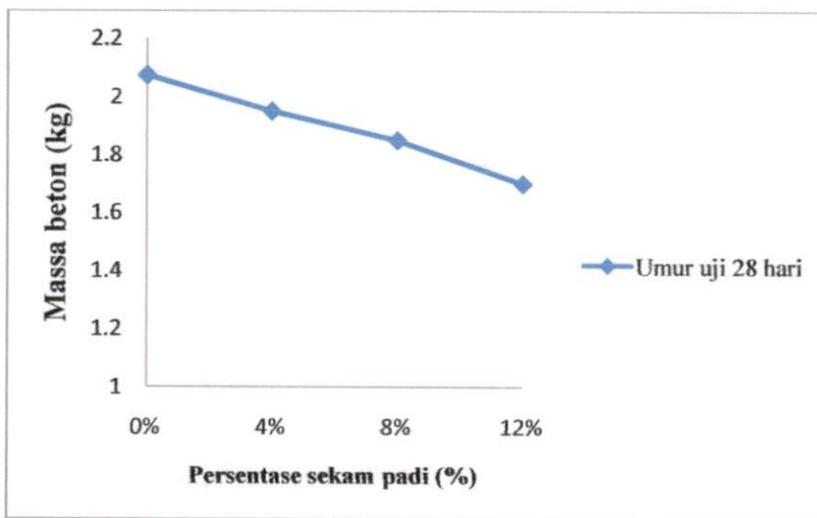


Gambar 4.3 Grafik penambahan sekam padi uji kuat tekan terhadap massa beton

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat perbandingan antara umur beton 14 hari, 28 hari dan 35 hari pada penambahan sekam padi terjadi perbedaan massa beton. Umur 14 hari memiliki massa yang lebih besar dibandingkan dengan beton umur 28 hari dan 35 hari. Hal ini disebabkan semakin tua umur beton maka faktor air semen (fas) yang terdapat pada beton akan menghilang dengan adanya penambahan sekam padi, sebagian air akan diserap kedalam sekam dan inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan massa pada umur beton.

4.2.4 Pengaruh persentase penambahan sekam padi terhadap massa beton untuk kuat lentur

Massa maksimum dari penambahan sekam padi dapat dilihat pada gambar 4.4. Sama halnya pada penambahan sekam terhadap massa beton untuk kuat tekan, pada kuat lentur dengan penambahan sekam padi diperoleh massa beton yang lebih ringan dibandingkan dengan massa beton tanpa penambahan sekam padi.

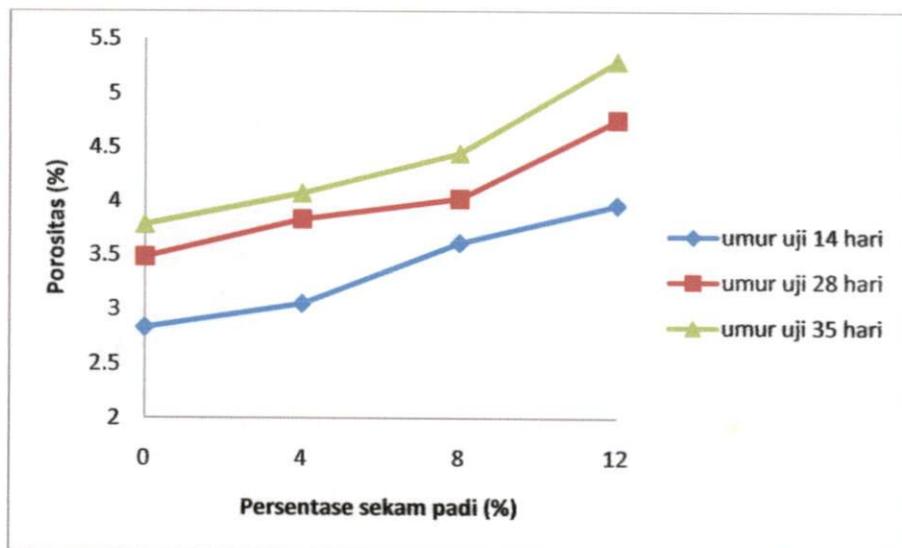


Gambar 4.4 Grafik pengaruh penambahan sekam padi pada uji kuat lentur terhadap massa beton

4.2.5 Porositas

Porositas dari penambahan sekam padi terhadap campuran beton dapat dilihat pada gambar 4.5. Secara umum, penambahan persentase sekam padi dapat meningkatkan porositas. Semakin banyak sekam padi yang ditambahkan, semakin tinggi porositasnya. Hal ini dapat terjadi karena pada saat proses pengeringan, sekam padi menjadi rapuh sehingga membuat porositas meningkat.

Seiring dengan berjalanya waktu, sekam padi yang tersisa mengalami proses pelapukan yang akhirnya juga meningkatkan persentase porositas pada sampel.



Gambar 4.5 Grafik porositas benda uji

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai maksimum kuat tekan beton dengan penambahan sekam padi 12% pada umur 14 hari menghasilkan kuat tekan sebesar $9,53 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa rata-rata beton silinder 0,983 kg, sedangkan pada saat beton umur 28 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar $21,66 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa beton silinder rata-rata sebesar 0,976 kg, dan pada umur 35 hari menghasilkan kuat tekan sebesar $37,24 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ dengan massa beton silinder 0,956 kg. Semakin banyak penambahan sekam padi, maka massa beton semakin ringan, sedangkan kekuatan beton semakin berkurang.
2. Nilai kuat lentur pada beton yang diperkuat sekam padi pada penambahan sekam padi 4% lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa penambahan sekam padi. Nilai maksimum kuat lentur rata-rata didapat pada penambahan sekam padi sebanyak 4 % yaitu sebesar $79,16 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$.
3. Nilai porositas maksimum terdapat pada beton dengan persentase penambahan serat 12% yaitu pada umur 35 hari sebesar 5,29%.. Semakin banyak penambahan sekam padi, semakin banyak pori yang terdapat pada beton, maka semakin besar nilai porositas.

5.2 **Saran**

Setelah dilakukannya penelitian tentang beton berserat, disarankan perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang beton dengan penambahan serat alami lainnya dengan komposisi yang baru. Hal ini bertujuan agar dapat ditentukan serat alami mana yang lebih baik digunakan untuk mendapatkan kuat tekan dan kuat lentur beton yang maksimal dengan massa beton yang ringan.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Afni, 2004, *Pembuatan Beton Berserat*, Universitas Negeri Padang
- Alinudin, 2008, *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Berbasis Semen Portland Tipe I*, Skripsi, Universitas Andalas
- Anonim, 1990, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung
- Apriono, Iwan, 2010, *Pengaruh Densitas dan Ukuran Partikel Sekam terhadap Sifat Isolator Panas Papan Sekam Padi*, Skripsi, Universitas Andalas.
- Billmeyer, F.W., *Textbook of Polymer Science, 3rd edition*. John Willey & Son, Inc., New York, 1984
- Dipohusodo, I, 1994, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Griffiths, David J., 1989, *Introduction to Electrodynamics, 2nd*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey
- Gunawan, T dan Margaret, 1999, *Konstruksi Beton I*, Delta Teknik Group, Jakarta
- Halliday, David, 1996, *Fisika Edisi Ketiga Jilid 2*, Erlangga, Jakarta
- Hasan, 1990, *Teknologi Semen*, PT Semen Padang, Padang
- Kuntrisno, 2002, *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Terhadap Kuat Tekan Beton*, Bandung
- Laboratorium Bahan dan Konstruksi, 1997, *Pedoman Pelaksanaan Praktikum*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Padang
- Sebayang dkk, 2008, *Material Komponen Struktur*, ITB, Pp 44-45
- Suparjo, 2003. *Jurnal Pemanfaatan Serat Bambu Untuk Dinding Beton Ringan, Tanpa Pasir Pracetak Tulangan Bambu Dengan Agregat Batu Apung*, Majalah Iptek, Jakarta

Susilo, 2008, *Prngaruh Pemakaian Abu Sekam Padi Sebagai Cementitious Terhadap Perkembangan Kuat Tekan dan Porositas*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Tipler, Paul A., 1996, *Fisika untuk Sains dan Teknik edisi Ketiga jilid 2*, Erlangga, Jakarta.

Wahyudi, L. Syahril A Rahim, 1997, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Wahyudi, Yusuf.1999, *Pengaruh Abu Sekam Padi Pada Kuat Tekan, Abrasi, dan Ketahanan Khlorida Beton*, Yogyakarta

SNI 51-2049-2004, Semen dan Syarat Kimia Utama

SNI 51-2049-2004, Syarat Fisika Utama

www.slideshare.net/ss170952/energy-sekam-padi

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur

• Data Pengujian Kuat Tekan

Umur 14 Hari

Sampel	Persentase sekam padi	Massa benda uji (Kg)	Beban Maksimum (KN)
1	0%	1,160	53
2		1,150	53
3		1,150	52
1	4%	1,080	27
2		1,080	26
3		1,070	27
1	8%	1,029	16
2		1,027	17
3		1,026	17
1	12%	0,990	7
2		0,980	8
3		0,980	7

Umur 28 Hari

Sampel	Persentase sekam padi	Massa benda uji (Kg)	Beban Maksimum (KN)
1	0%	1,130	98
2		1,120	97
3		1,120	95
1	4%	1,060	47
2		1,060	47
3		1,050	49
1	8%	1,005	27
2		1,005	25
3		1,020	27
1	12%	0,980	16
2		0,980	17
3		0,970	17

Umur 35 Hari

Sampel	Persentase sekam padi	Massa benda uji (Kg)	Beban Maksimum (KN)
1	0%	1,090	128
2		1,080	128
3		1,080	127
1	4%	1,040	68
2		1,030	67
3		1,030	67
1	8%	1,005	47
2		0,990	49
3		0,990	48
1	12%	0,960	28
2		0,960	28
3		0,950	30

• **Data Pengujian Kuat Lentur**

Sampel	Persentase sekam padi	Massa benda uji (Kg)	Beban Maksimum (KN)
1	0%	1,090	5,2
2		1,080	5,3
3		1,080	5,3
1	4%	1,040	6,5
2		1,030	6,5
3		1,030	6,3
1	8%	1,005	5,8
2		0,990	5,8
3		0,990	5,7
1	12%	0,960	4,8
2		0,960	4,8
3		0,950	4,6

Lampiran B. Contoh Perhitungan Nilai Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Porositas

- **Contoh Perhitungan Nilai Kuat Tekan Penambahan Sekam Padi 0 % Umur Uji 14 Hari.**

Perhitungan nilai kuat tekan untuk penambahan sekam padi 0% umur uji 14 hari

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 P &= 53 \text{ KN} \\
 &= 53000 \text{ N} \times 0,102 \text{ s}^2/\text{m} \\
 &= 5.406 \text{ N s}^2/\text{m} \\
 &= 0,5406 \times 10^4 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 \times (5 \text{ cm})^2 \\
 &= 78,5 \text{ cm}^2 \\
 &= 78.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Ditanya :

$$f_c = \dots\dots\dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 f_c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{0.5406 \times 10^4 \text{ kg}}{78.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \\
 &= 68.87 \times 10^4 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

- **Contoh Perhitungan Nilai Kuat Lentur Penambahan Sekam Padi 4%.**

Perhitungan nilai kuat lentur untuk penambahan sekam padi 4%

Diketahui :

$$P = 0,663 \times 10^3 \text{ Kg}$$

$$b = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$L = 80\% \times 25 \text{ cm} = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

Ditanya :

$$f_r = \dots\dots\dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} f_r &= \frac{3PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3 \times (0.663 \times 10^3 \text{ kg}) \times 0.2 \text{ m}}{2 \times 0.25 \text{ m} \times (0.1 \text{ m})^2} \\ &= \frac{0.3978 \times 10^3 \text{ kg}}{5 \times 10^3 \text{ m}^2} \\ &= 79.56 \times 10^3 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

- **Contoh Perhitungan Porositas Penambahan Sekam Padi 8 % Umur Uji 35 Hari.**

Perhitungan porositas untuk penambahan 8 % sekam padi umur uji 35 hari

Diketahui :

$$m_b = 0,976 \text{ Kg}$$

$$m_k = 0,950 \text{ Kg}$$

$$m_a = 0,390 \text{ Kg}$$

Ditanya :

$$P = \dots\dots\dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} P \% &= \frac{m_b - m_k}{m_b - m_a} \times 100\% \\ &= \frac{0,976 - 0,950}{0,976 - 0,390} \times 100 \% \\ &= \frac{0,026 \text{ kg}}{0,586 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 4,44\% \end{aligned}$$

Lampiran C. Gambar Sampel dan Uji Sampel

- Gambar Sampel



- Gambar uji kuat lentur



- Gambar uji kuat tekan

