

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP
WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

OLEH:

DENI DIAN VASESA

11 2021 091

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2026

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP
WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

OLEH :

DENI DIAN VASESA

11 2021 091

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2026

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP
WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

DENI DIAN VASESA

11 2021 091

Telah Disahkan Oleh:

**Dekan Fakultas Teknik
Univ. Muhammadiyah Palembang**

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil UM Palembang**



Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502



Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP
WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

DENI DIAN VASESA

11 2021 091

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. RA. Sri Martini, M.T
NIDN. 0203037001

Ir. A. Junaldi, M.T.
NIDN. 0202026502

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP
WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

DENI DIAN VASESA

NIM : 112021091

**Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal, 23 April 2026**

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

1. Ir. Noto Rovan, M.T (.....)
NIDN. 0203126801
2. Mira Setiawati, S.T.,M.T. (.....)
NIDN. 0006078101
3. Dr. Delli Novianti Rachman, S.T.,M.T. (.....)
NIDN. 0205118104

**Tugas Akhir Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S.T)**

Palembang, 23 April 2026

Program Studi Teknik Sipil

Ketua Prodi Teknik Sipil


Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Deni Dian Vasesa
Tempat/Tanggal Lahir : Muara Kati Lama, 19 November 2003
NIM : 112021091
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan Bahwa :

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN”**. Skripsi ini adalah hasil saya dan di susun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dan konsekuensinya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Palembang, April 2026



DENI DIAN VASESA
112021091

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Selalu ada harga dalam sebuah proses, Nikmati saja lelah-lelah itu.

Lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

(Boy Candra)

“Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh”

(Buya Hamka)

Persembahan :

Tugas akhir ini aku persembahkan untuk :

- **Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah yang telah diberikan, sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan.**
- **Diri saya sendiri**
- **Kedua orang tua saya Ayah Basri dan Ibu Ermi yang selalu memberikan dukungan serta do’a yang tiada henti untuk kesuksesan saya.**
- **Saudari saya Auren Karisa yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan do’a dalam menyelesaikan skripsi ini.**
- **Para dosen yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat berharga.**
- **Serta teman – teman program studi teknik sipil angkatan 2021.**
- **Almamaterku tercinta**

PRAKATA

Assalamu'alaikum warrohmatullahi wabarokatuh

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penyusun sehingga dapat menyelesaikan tugas akademik berupa tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen Terhadap Waktu Pengikatan Pasta Semen”** untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam kesempatan ini pula, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli S.E., M.M., Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Ibu Ir. R.A. Sri Martini, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan waktu, ilmu, serta arahan kepada penulis.
5. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan waktu, ilmu, serta arahan kepada penulis.
6. Seluruh Dosen, Staff, dan Karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Serta penulis mengucapkan terimakasih juga kepada:

1. Terima kasih kepada Allah SWT, yang melimpahkan kekuatan dan hidayah-Nya kepada penulis untuk jangan pernah berputus asa.
2. Terimakasih kepada diriku sendiri.
3. Pembimbing saya Ibu Ir. Sri Martini M.T dan Bapak Ir. A. Junaidi, M.T., yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan serta nasehat selama menyelesaikan skripsi ini.
4. Teruntuk kedua orang tua saya Ayah Basri dan Ibu Ermi serta saudari perempuan saya Auren Karisa Terima kasih atas doa, kasih sayang, dan

dukungan tanpa henti yang menjadi kekuatan terbesar dalam hidup saya. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membahagiakan kalian.

5. Teruntuk inisial PBS, yang senantiasa kebersamai penulis membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini dari awal hingga selesai, terima kasih telah memberikan waktu dan tenaga serta dukungan dan semangat selama proses penyusunan skripsi.
6. Teman – Teman seperjuangan saya yang telah menemani proses ini hingga akhir yaitu Donny, Adi, Agung, Afis, Ridho, Huda, jimmi, Ronal, Ibnu, dan Uju Squad yang terlibat dalam perjalanan tugas akhir ini.
7. Asisten Laboratorium yang membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang angkatan 2021 yang telah banyak membantu memberikan masukan – masukan.
9. Semua pihak yang telah mendoakan, membantu, memberikan bimbingan dan dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas segala dukungannya semoga apa yang kita lakukan selalu mendapatkan limpah rahmat dari Allah SWT dan berguna bagi kita semua, Aamiin ya rabbalalamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Palembang, April 2026

DENI DIAN VASESA

112021091

PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN

Deni Dian Vasesa¹, RA Sri Martini², A. Junaidi³

INTISARI

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan konstruksi alternatif menjadi salah satu upaya dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Salah satu limbah yang berpotensi dimanfaatkan adalah abu sekam padi yang memiliki kandungan silika tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan substitusi sebagian semen terhadap waktu pengikatan pasta semen.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan variasi kadar abu sekam padi sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15% dari berat semen. Pengujian meliputi penentuan konsistensi normal serta waktu pengikatan awal dan akhir menggunakan alat Vicat sesuai standar SNI 03-6827-2002.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi memberikan pengaruh signifikan terhadap waktu pengikatan pasta semen. Kandungan silika pada abu sekam padi berperan dalam proses hidrasi. Pada persentase 2,5%, 5%, dan 7,5%, abu sekam padi mampu meningkatkan efisiensi penggunaan semen tanpa melewati batasan waktu pengikatan yang ditetapkan standar. Pada kadar yang lebih tinggi, terjadi perubahan waktu ikat yang cukup signifikan sehingga perlu diperhatikan dalam penggunaannya.

Kata kunci: abu sekam padi, waktu pengikatan, pasta semen

¹) : Mahasiswa

²) : Dosen Pembimbing 1

³) : Dosen Pembimbing 2

**THE EFFECT OF USING RICE HUSK ASH AS A SUBSTITUTE FOR
CEMENT ON THE SETTING TIME OF CEMENT PASTE**

Deni Dian Vasesa¹, RA Sri Martini², A. Junaidi³

ABSTRACT

The utilization of agricultural waste as an alternative construction material is one of the efforts to support sustainable development. One type of waste with potential for use is rice husk ash, which has a high silica content. This study aims to analyze the effect of using rice husk ash as a partial substitute for cement on the setting time of cement paste.

This research was conducted experimentally in a laboratory with variations in rice husk ash content of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, and 15% by weight of cement. The tests included determining normal consistency as well as initial and final setting times using the Vicat apparatus in accordance with SNI 03-6827-2002 standards.

The research results show that the addition of rice husk ash has a significant effect on the setting time of cement paste. The silica content in rice husk ash plays a role in the hydration process. At percentages of 2.5%, 5%, and 7.5%, rice husk ash can improve the efficiency of cement usage without exceeding the setting time limits specified by the standards. At higher proportions, a considerable change in setting time occurs, so its use needs to be carefully considered.

Keywords: *rice husk ash, setting time, cement paste*

1) : Mahasiswa

2) : Dosen Pembimbing 1

3) : Dosen Pembimbing 2

DAFTAR ISI

SAMPUL LUAR	i
LEMBARAN PERSETUJUAN	ii
LEMBARAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBARAN PENGESAHAN	iv
LEMBARAN PERNYATAAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud Dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Semen	5
2.1.1 Definisi semen	5
2.1.2 Jenis-jenis Semen	7
2.1.3 Bahan Baku Produksi Semen	14
2.2 Air.....	19
2.3 Abu Sekam Padi	20
2.4 Pasta Semen.....	23
2.4.1 Sifat-sifat Pasta Semen.....	24
2.5 Reaksi Hidrasi	25

2.6 Panas Hidrasi.....	26
2.7 Konsistensi Normal	27
2.8 Waktu Pengikatan (<i>Setting Time</i>).....	28
2.8.1 Faktor Yang mempengaruhi Waktu Pengikatan	30
2.9 Penelitian Terdahulu	32
BAB III.....	36
METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1 Umum.....	36
3.2 Lokasi Penelitian.....	36
3.3 Alat Dan Bahan	36
3.4 Pengujian Material	44
3.5 Desain Campuran Benda uji	45
3.6 Penyiapan Benda Uji.....	45
3.7 Pembuatan dan pengujian benda uji pasta	46
3.8 Bagan Alir Penelitian	48
BAB IV	49
HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Pengujian XRF Abu Sekam Padi.....	49
4.2 Hasil Pengujian Konsistensi Normal	50
4.3 Hasil Pengujian Waktu Pengikatan.....	54
4.3.1 Hasil Pengujian Waktu Ikut Awal.....	56
4.3.2 Hasil Pengujian Waktu Ikut Akhir	57
4.3.3 Hubungan Antara Waktu Ikut Awal & Akhir.....	58
4.4 Pembahasan.....	59
BAB V.....	62
KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Kimia Semen Portland Berdasarkan SNI 15-2049-2004.....	9
Tabel 2.2 Syarat fisika Semen Portland Berdasarkan SNI 15-2049-2004	10
Tabel 2.3 Komposisi Semen Portland.....	12
Tabel 2.4 Hasil Pemeriksaan Senyawa Kimia Abu Sekam Padi Terdahulu	22
Tabel 2.5 Matriks Penelitian	35
Tabel 3.1 Rancangan Pengujian Konsistensi Normal Dan Waktu Ikat Semen ..	45
Tabel 4.1 Hasil Xrf Abu Sekam Padi.....	49
Tabel 4.2 hasil Pengujian Konsitesnsi Normal	50
Tabel 4.3 Hasil pengujian waktu pengikatan	55
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Waktu ikat awal.....	56
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Waktu Ikat Ahir	57
Tabel 4.5 Tabel hubungan antara waktu ikat awal & akhir	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abu Sekam Padi	22
Gambar 2.2 Alat Vicat	29
Gambar 3.2 Bor Tangan	36
Gambar 3.3 Timbangan Digital	37
Gambar 3.4 Sendok Perata	37
Gambar 3.5 Stopwatch	38
Gambar 3.6 Gelas Ukur.....	38
Gambar 3.7 Mesin Ayakan (<i>Sieve Shaker</i>)	39
Gambar 3.8 Alat Vicat	39
Gambar 3.9 Sarung Tangan Karet.....	40
Gambar 3.10 Saringan.....	40
Gambar 3.11 Jarum Initial.....	41
Gambar 3.12 <i>Conical Ring Mold</i>	41
Gambar 3.13 Plat Kaca	42
Gambar 3.14 Semen Portland Tipe I.....	42
Gambar 3.15 Abu Sekam Padi	43
Gambar 3.16 Bagan Alir Penelitian	48
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Abu Sekam Padi 0%	51
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Abu Sekam Padi 2,5%	51
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Abu Sekam Padi 5%	52
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Abu Sekam Padi 7,5%	52
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Abu Sekam Padi 10%	53
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Abu Sekam Padi 12,5%	53

Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Abu Sekam Padi 15%	54
Gambar 4.8 Grafik Persentase Abu Sekam Padi Dan Waktu Ikat Awal	57
Gambar 4.9 Grafik Persentase Abu Sekam Padi Dan Waktu Ikat Akhir.....	58
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Waktu Ikat Awal & Akhir.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengolahan limbah adalah masalah utama bagi pemerintah, dan belum banyak kemajuan yang dilakukan untuk mengelola limbah pertanian yang dihasilkan. Meskipun limbah pertanian dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang buruk jika tidak dikelola dengan benar. Salah satu jenis limbah yang dihasilkan dari pertanian adalah sekam padi, dimana sekam padi terpisah dari butir beras selama proses penggilingan padi dan menjadi limbah atau sisa penggilingan. Unsur kimia yang terkandung dalam limbah ini termasuk sejumlah besar *silica*, mencapai 93%, setara dengan *microsilica* yang dibuat oleh pabrik (Swamy, 1986). Sekam padi yang dibakar pada temperature 600–900°C akan menghasilkan abu sekam berkisar 16-25% yang mengandung silika kadar tinggi sekitar 87-97%. Abu sekam padi, yang memiliki kandungan silika yang tinggi, dapat digunakan sebagai campuran untuk membuat beton.

Semen PPC (*Portland Pozzoland Cement*) adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozolan halus, dimana kadar pozolan 6%-40% massa semen portland pozolan. Terbatasnya ketersediaan Pozzolan sebagai bahan tambahan pembuatan semen merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan jika pengambilannya dilakukan secara terus-menerus maka keberadaan bahan baku tersebut akan habis pada masa mendatang. Kerusakan yang terjadi dapat merusak bentang alam dan menyisakan tebing curam, juga membahayakan lingkungan dan warga masyarakat setempat. Upaya yang dilakukan adalah mengganti bahan Pozolan dengan penambahan abu sekam padi dalam penggunaan bahan limbah sebagai bahan tambahan, hal tersebut tidak hanya mengurangi biaya pengolahan limbah tetapi juga dapat menjadi penanggulangan pencemaran lingkungan (Assa & Adinata, 2013).

Salah satu aspek penting dalam karakteristik semen adalah waktu pengikatan (*setting time*) pasta semen, yaitu rentang waktu dari awal reaksi hidrasi semen dengan air hingga semen berubah menjadi pasta yang keras. Penambahan abu sekam padi sebagai bahan tambahan diyakini dapat mempengaruhi waktu pengikatan semen karena komposisi kimianya seperti silika yang tinggi dan kandungan karbon, serta struktur fisik abu sekam yang halus dapat memperpanjang atau memodifikasi proses hidrasi semen. Waktu ikat merupakan penentu awal dan akhir pengikatan pasta semen. Waktu ikat dipengaruhi oleh komposisi mineral dan air yang dipakai. Selain untuk menghidrasikan semen, air juga berfungsi untuk memberi mobilitas bagi pasta semen. *Setting* (pengikatan semen) pada adonan semen dengan air adalah sebagai gejala terjadinya kekakuan atau kebekuan semen yang biasanya dinyatakan dengan waktu pengikatan (waktu ikat) yaitu diawali dari terbentuknya adonan semen sampai semen mulai kaku, sedangkan *hardening* (pengerasan) yaitu keadaan dimana semen mulai mengeras dan memberikan kekuatan (SNI 15-2049-2004).

Berdasarkan latar belakang di atas penambahan abu sekam padi ini tidak lepas dari upaya dalam pemanfaatan limbah yang akan diambil dari sekitar wilayah di Palembang, Maka dalam hal ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian ini dengan mengambil judul **“PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP WAKTU PENGIKATAN PASTA SEMEN”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di uraikan diatas, maka di rumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana substitusi abu sekam padi yang baik untuk pasta semen, guna mendapatkan campuran yang tepat berdasarkan waktu ikat yang dihasilkan.
2. Bagaimana komposisi campuran abu sekam padi dalam pasta semen yang masih diijinkan oleh standard (SNI 03-6827-2002) terhadap waktu ikat.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi abu sekam padi terhadap waktu pengikatan pasta semen.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi abu sekam padi terhadap waktu pengikatan pasta semen yang masih memenuhi standar mutu (SNI 03-6827-2002).

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan dalam penelitian ini, maka diberikan batasan – batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan di laboratorium.
2. Penelitian ini berfokus pada penggunaan Abu sekam Padi sebagai bahan pengganti sebagian semen pada pembuatan pasta.
3. Penelitian ini berfokus pada setting time pasta semen.
4. Penambahan 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15% abu sekam padi berdasarkan persentase berat semen.
5. Pengujian konsistensi normal menentukan kadar air yang akan digunakan dalam pengujian waktu pengikatan.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dipergunakan dalam tugas akhir ini, adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, dan sistematika penulisan, bagian alir metode penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Dalam bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan penyusunan laporan skripsi serta beberapa literature yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang data penelitian, objek penelitian dan prosedur penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi pembahasan dari hasil pengolahan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan beberapa kesimpulan dari penelitian dan saran untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 03-6827-2002 Setting Time Test Method of Portland Cement Using Vicat Apparatus for Civil Works. *Indonesian National Standardization Agency*, 1–10.
- Ambrose, E. E., Ogirigbo, O. R., Bello, T. B., & Akpando, S. U. (2026). *Compressive Strength, Density, and Setting Time of Concrete Blended with Rice Husk Ash*. 1. <https://doi.org/10.3390/engproc2026124001>
- Assa, A., & Adinata, E. (2013). Karakteristik kimia dan fisika semen pozolan kapur yang diperkaya silika abu sekam padi. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 24(1). <http://202.47.80.55/dpi/article/view/651>
- ASTM International. (2004). *Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004a). *SNI 15-2049-2004: Semen Portland*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004b). *SNI 15-7064-2004: Semen Portland Komposit*.
- Dr. Wuiryati Sameikto dan Candra Rahmadiyanto, S. (2001). *Teknologi Beton*.
- Hewlett, P. C. (Editor). (2004). *Lea's Chemistry of Cement and Concrete* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Katsuki, H. et al. (2005). *Utilization of Rice Husk Ash as Silica Source for Advanced Materials*.
- Mehta, P. K. (1992). *Rice Husk Ash: A Unique Supplementary Cementing Material*.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Andi Offset.
- Murdock, L. J., & Brook, K. M. (1991). *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga.
- Nasional, B. S. (1990). *SK SNI T-15-1990-03: Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.
- Nugraha, P. (1989). *Teknologi Beton*.
- Popovics, S. (1992). *Concrete Materials: Properties, Specifications, and Testing*. McGraw-Hill.
- Putra, B. A. (2013). *Definisi Semen Secara Umum*. <https://bobiandikaputra.wordpress.com/2013/01/08/definisi-semen-secara-umum/>

- Putra, O. K., & Alfanti, G. (n.d.). Analisis Pengaruh Penambahan Abu Batu (Rock Ash) ke Dalam Pasta Semen Terhadap Waktu Pengikatan Awal. In *JOURNAL OF LABORATORY ISSN* (Vol. 5, Number 3). Online.
- Swamy, R. N. (1986). *Cement Replacement Materials*. Elsevier Applied Science.
- Teknologi Lingkungan, J., Nurul Hikmah, P., Marta Nurjaya, D., Sumarno, A., Riset Teknologi Kekuatan Struktur, P., Riset dan Inovasi Nasional, B., Raya Puspiptek Kawasan Sains dan Teknologi BJT Habibie Serpong, J., & Selatan, T. (2024). *Pengaruh Rasio Campuran Abu Sekam Padi dan Zeolit terhadap Waktu Ikat, Berat Isi, dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Ramah Lingkungan*. *The Mixed Ratio Effect of Rice Husk Ash and Zeolite on the Setting Time, Density, and Compressive Strength of Ecofriendly Geopolymer Mortar*. 25(2), 348–354.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Universitas Gadjah Mada.
- Umum, D. P. (1989). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1989 (SKBI.4.53.1989)*.
- Wibowo, A., & Wahyuni, E. (n.d.). *Diktat Teknologi Beton*.
- Zulkarnain, F. (2021). *Teknologi Beton Teknologi Beton*.