

SKRIPSI

**KINERJA *PAVING BLOCK* ABU SEKAM PADI TERGILING SARINGAN
NO. 100 DENGAN PENCAMPURAN DAN PERAWATAN AIR LAUT
BERDASARKAN SNI 03-0691-1996**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Sarjana S1 Pada Jurusan Teknik Sipil.



Disusun oleh :

MARDIANA

D0121064

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE 2025

LEMBAR PENGESAHAN

**KINERJA *PAVING BLOCK* ABU SEKAM PADI TERGILING SARINGAN
NO. 100 DENGAN PENCAMPURAN DAN PERAWATAN AIR LAUT
BERDASARKAN SNI 03-0691-1996**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Mardiana

NIM: D0121064

(Sarjana Jurusan Teknik Sipil)

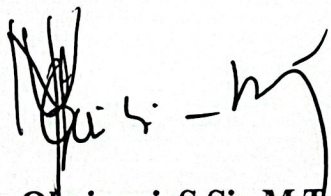
Universitas Sulawesi Barat

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 18 september 2025

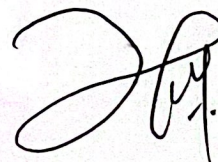
Mengetahui,

Pembimbing 1



Nur Okviyani, S.Si., M.T.
NIP. 199010222022032012

Pembimbing 2



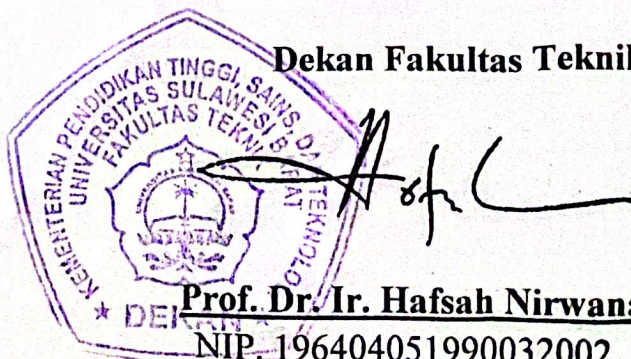
Herni Suryani, S.T., M.Eng.
NIP. 198610092022032003

Ketua Jurusan



Amalia Nurdin, S.T., M.T.
NIP. 198712122019032017

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
NIP. 196404051990032002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Majene, 18 September 2025



MARDIANA

D0121064

ABSTRAK

KINERJA *PAVING BLOCK* ABU SEKAM PADI TERGILING SARINGAN NO 100 DENGAN PENCAMPURAN DAN PERAWATAN AIR LAUT BERDASARKKAN SNI 03-0691-1996

Mardiana

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat

Abu sekam padi memiliki sifat pozzolanic yang baik karena kandungan silika yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi sebagian semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja *paving block* dengan penambahan abu sekam padi (*Rice Husk Ash/RHA*) sebesar 10%, 20%, dan 30% dari berat semen, serta penggunaan air laut sebagai bahan pencampur dan perawatan. Pengujian dilakukan terhadap kuat tekan, daya serap, dan sorptivity pada umur 7, 28, dan 91 hari sesuai SNI 03-0691-1996.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi 10% abu sekam padi memberikan kuat tekan tertinggi yaitu 20,82 MPa dan masuk dalam mutu B (pelataran parkir). Variasi 20% menghasilkan nilai daya serap sebesar 9,99-9,73% yang masuk kategori mutu C (pejalan kaki), sedangkan variasi 30% menunjukkan nilai daya serap tertinggi sebesar 16,08% sehingga hanya memenuhi mutu D (taman). Uji sorptivity memperlihatkan bahwa semakin tinggi kadar abu sekam padi, semakin besar kemampuan penyerapan air, meskipun pada umur 91 hari nilainya menurun karena reaksi hidrasi semen lebih sempurna. Secara keseluruhan, variasi 10% abu sekam padi merupakan campuran yang paling optimal karena mampu memberikan keseimbangan antara kuat tekan, daya serap, dan sorptivity. Pemanfaatan abu sekam padi serta air laut tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga berpotensi sebagai solusi pemanfaatan limbah pertanian dan sumber daya lokal untuk bahan bangunan.

Kata Kunci : *Paving block*, abu sekam padi, air laut, kuat tekan, daya serap, sorptivity.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF *PAVING BLOCK* GRINDED RICE HUSK ASH WITH FILTER NO 100 WITH SEA WATER MIXING AND TREATMENT BASED ON SNI 03-0691-1996

Mardiana

Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of West Sulawesi

Rice husk ash has good pozzolanic properties due to its high silica content and can be used as a partial substitute for cement. This research aims to evaluate the performance of *paving blocks* with the addition of rice husk ash (Rice Husk Ash/RHA) at 10%, 20% and 30% of the cement weight, as well as the use of sea water as a mixing and curing agent. Tests were carried out on compressive strength, absorption capacity and sorptivity at the ages of 7, 28 and 91 days according to SNI 03-0691-1996.

The research results showed that a variation of 10% rice husk ash provided the highest compressive strength, namely 20.82 MPa and was included in quality B (parking lot). A 20% variation produces an absorption capacity value of 9.99-9.73% which is in the C quality category (pedestrian), while a 30% variation shows the highest absorption capacity value of 16.08% so it only meets D quality (garden). The sorptivity test showed that the higher the rice husk ash content, the greater the water absorption capacity, although at 91 days the value decreased because the cement hydration reaction was more complete. Overall, the 10% variation of rice husk ash is the most optimal mixture because it is able to provide a balance between compressive strength, absorption capacity and sorptivity. The use of rice husk ash and sea water is not only environmentally friendly, but also has the potential to be a solution for utilizing agricultural waste and local resources for building materials.

Keywords : *Paving block, rice husk ash, sea water, compressive strength, absorption capacity, sorptivity.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut (SNI 03-0691-1996). *Paving block* memiliki banyak kelebihan dan keuntungan baik dari segi kekuatan, kemudahan pembuatan maupun pelaksanaannya. Bentuk dan ukuran *paving block* di desain sesuai dengan fungsi dan penggunaannya. Beberapa keuntungan menggunakan *paving block* adalah tahan lama dan harganya terjangkau.

Paving block banyak digunakan pada perkerasan jalan, seperti trotoar, tempat parkir, jalan perumahan atau area perumahan, taman dan lain sebagainya. Teknologi material bahan bangunan berkembang terus-menerus, baik dari segi bahan, desain maupun metode-metode konstruksi yang dilakukan. Pemanfaatan bahan campuran untuk pembuatan produk telah banyak dikembangkan saat ini, yaitu air laut. Ada banyak keuntungan menggunakan air laut, termasuk harga yang jauh lebih murah, dan dapat memberikan nilai tambah pada produk. *Paving block* dibuat dengan cara mencampurkan pada komposisi tertentu semen, pasir, dan air, kemudian dilakukan pressing dengan intensitas tertentu dan perawatannya dilakukan dengan membasahi permukaan paving dan membiarkan sampai mengeras. Proses pembuatan *paving block* yang banyak dilakukan di Indonesia adalah home industri baik dengan sistem penekanan yang konvensional maupun memakai mesin tekan hidrolis.

Peningkatan kualitas *paving block* telah dilakukan menggunakan berbagai limbah, contohnya abu sekam padi (Dasar, Amry, Dahlia Patah, Irma Ridhayani, 2023), *fly ash* (Imanuel, 2023), sampah plastik (Tambunan, 2024), *Oil palm shell* (Patah, 2024), yang berdasarkan hasil penelitian (Patah & Dasar, 2022) yang mengatakan bahwa abu sekam padi efektif digunakan sebagai bahan tambahan

pengganti sebagian semen untuk pembuatan beton yang dapat meningkatkan mutu *paving block*.

Selain terdapat abu sekam padi, terdapat juga air laut yang melimpah di Provinsi Sulawesi Barat, pemanfaatan air laut ini juga dapat digunakan untuk pembuatan *paving block* sebab *paving block* membutuhkan banyak air sehingga beberapa peneliti Ali, dkk (2022), Nirwana, dkk (2023), dan Fauzi Akbar, dkk (2023) menggunakan air laut untuk pembuatan *paving block* pengganti dari air tawar, karna kurangnya air tawar di daerah pesisir. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran dan perawatan air laut terhadap *paving block* menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan, daya serap, dan *sorptivity*. Dengan judul, **“KINERJA PAVING BLOCK ABU SEKAM PADI TERGILING SARINGAN NO. 100 DNGAN PENCAMPURAN DAN PERAWATAN AIR LAUT BERDASARKAN SNI 03-0691-1996”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh dari penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen dengan variasi 10%, 20% dan 30% dengan pencampuran dan perawatan air laut terhadap kuat tekan pada *paving block*?
2. Berapakah nilai optimum kuat tekan *paving block* dengan penggunaan abu sekam padi pada variasi 10%, 20% dan 30% sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan pencampuran dan perawatan air laut mencapai mutu target B?
3. Berapakah kemampuan daya serap *paving block* disetiap penambahan abu sekam padi pada variasi 10%, 20% dan 30% sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan pencampuran dan perawatan air laut?

4. Bagaimana pengaruh abu sekam padi variasi 10%, 20% dan 30% yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen terhadap sortivity pada *paving block*?

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penelitian pemanfaatan material abu sekam padi dalam pencampuran dan perawatan *paving block* menggunakan air laut bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh dari bahan pengganti dan perawatan air laut dengan bahan abu sekam padi pada setiap penambahan variasi 10%, 20% dan 30% terhadap kuat tekan pada *paving block*.
2. Berapakah nilai optimum kuat tekan *paving block* dengan variasi abu sekam padi 10%, 20% dan 30% sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan pencampuran dan perawatan air laut mencapai mutu target B.
3. Untuk mengetahui kemampuan daya serap pada *paving block* disetiap penambahan abu sekam padi pada variasi 10%, 20% dan 30%.
4. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh abu sekam padi yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen 10%, 20% dan 30% terhadap sorptivity pada *paving block*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Kontrol *paving block* yang direncanakan adalah kelas mutu B.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Desa Segerang, Kecamatan Mapilli, Kabupaten Polewali Mandar.
3. Air laut yang digunakan untuk pencampuran dan perawatan adalah air laut yang berasal dari Pelabuhan Majene, Lingkungan Pangali-Ali, Kabupaten Majene.
4. Semen yang digunakan adalah *Cemen Portland Composit* (PPC) tipe 1 merek tonasa.
5. Bahan tambah yang digunakan adalah abu sekam padi yang berasal dari Desa Arjosari, Kecamatan Wonomulyo, Kabupaten Polewali Mandar.

6. Presentasi penambahan abu sekam padi 10%, 20% dan 30% lolos saringan No. 100.
7. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Anato, Kabupaten Pinrang.
8. Pengujian kuat tekan, daya serap dan sorptivity menggunakan benda uji dengan ukuran Panjang 20 cm x lebar 10 cm x tinggi 8 cm.
9. Pengujian kuat tekan, daya serap, dan sorptivity dilakukan pada umur 7 hari, 28 hari, dan 91 hari dengan jumlah *paving block* 36 buah berdasarkan SNI 03-0691-1996.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dalam penelitian ini adalah :

1. manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memberikan masukan mengenai kinerja *paving block* abu sekam padi terhadap kuat tekan, daya serap dan electrical serta perawatan menggunakan air laut dengan RHA sebagai bahan pengganti semen pada *paving block*.
2. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang ketekniksipilan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam proses penyusunan proposal penelitian, sistematika penulisan sangat diperlukan agar penulis dapat menyelesaikan dengan terstruktur. Dalam penulisan proposal penelitian ini ada beberapa tahapan sistematika penulisan diantaranya sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan pendahuluan yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, Batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat tinjauan materi serta teori-teori tentang bahan, metode penelitian dan segala yang bersangkutan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat tentang tahap-tahap penelitian seperti studi kepustakaan, tempat, dan waktu penelitian serta bahan-bahan yang digunakan juga berisi tentang bagan alur penelitian dan metode penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil dan data-data penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai hasil yang diperoleh dari penelitian dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam dunia keilmuan sudah banyak peneliti yang meneliti yang melakukan penyelidikan tentang ketahanan *paving block* dengan melihat dari segi material penyusun dan kondisi lingkungan yang ada di sekitar. Beberapa peneliti terdahulu sudah membahas tentang abu sekam padi sebagai bahan tambah penyusun *paving block* sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis sedikit berbeda dari peneliti terdahulu mulai dari persentase material yang digunakan, bentuk cetakan dan material tambahan yang lain. Selain itu, dari peneliti adalah kegunaan dari *paving block* yang dibuat penulis itu sendiri yaitu untuk taman, trotoar, maupun perkerasan jalan, serata penulis juga mencantumkan pengaruh pencampuran dan perawatan air laut *paving block*. Beberapa peneliti terdahulu yang penulis dapatkan dari penelitian sebelumnya dapat dilihat sebagai berikut :

1. (Apriansyah, Permadi 2023) *Paving Block* Abu Sekam Padi Untuk Infrastruktur Desa dan Pesisir Sulawesi Barat

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh abu sekam padi terhadap kuat tekan *paving block*, sekaligus mencari campuran terbaik antara semen dan abu sekam padi. Abu sekam padi digunakan karena merupakan limbah yang banyak ditemukan di daerah Wonomulyo, Sulawesi Barat. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan metode eksperimen, menggunakan campuran abu sekam padi sebanyak 5%, 10%, dan 15% dari berat semen, lalu diuji kuat tekannya setelah 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak abu sekam padi yang digunakan, kuat tekan *paving block* cenderung menurun. *Paving block* tanpa abu sekam padi (ASP 0%) memiliki kuat tekan tertinggi yaitu 16,37 Mpa dan masuk mutu kelas C, sementara campuran dengan 5% dan 10% abu sekam padi menghasilkan kuat tekan 8,99 Mpa dan 11,43 Mpa yang termasuk mutu kelas D, dan pada campuran 15% tidak memenuhi standar karena kuat tekannya hanya 4,95 Mpa. Komposisi terbaik yang ditemukan dalam penelitian ini adalah campuran

90% semen dan 10% abu sekam padi, karena kuat tekannya masih memenuhi standar, lebih ringan, dan campurannya mudah dibentuk.

2. Salasiah, dkk (2024) Investigasi Kuat Tarik Belah Beton Pencampuran Air Laut dan Pasir *Mix Design* $f'c$ 30 Mpa.

Studi ini meneliti dampak air laut terhadap kekuatan tekan beton yang diproduksi dari berbagai merek semen di Malang, menggunakan benda uji silinder beton *mix design* $f'c$ 17 Mpa, perawatan benda uji menggunakan air laut selama 7, 14 dan 28 hari. Kekuatan tekan beton meningkat dengan cepat pada perawatan air laut 7 hari, sedangkan perawatan beton umur 28 hari cenderung kuat tekannya menurun. Sebuah studi kelayakan tentang pemanfaatan air laut dalam campuran beton, tinjauan literatur tentang sifat mekanik, mencakup kekuatan tekan, nilai slump, dan mikrostruktur beton yang disemprotkan dengan air bersih sesuai dengan ASTM C 1602 M. Temuan studi ini menunjukkan bahwa rata-rata penurunan nilai slump yang disebabkan oleh penggunaan air laut dalam campuran beton adalah 6,44% dibandingkan dengan campuran air bersih.

3. Putri, dkk (2022), Analisa Kekuatan *Paving Block* Menggunakan Abu Sekam Padi dan Limbah Plastik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kuat tekan *paving block* bila semen dan pasirnya disubstitusikan dengan abu sekam padi dan limbah plastic. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental yng dilakukan di laboratorium dengan dua tahap pengujian. Pada tahap awal penelitian dilakukan pengujian sifat fisik material. Tahap kedua pembuatan benda uji dengan menggunakan limbah plastic 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan berat pasir dan 10% abu sekam padi dari berat semen. Pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari, diperoleh kuat tekan *paving block* berturut-turut sebesar 20,083 Mpa, 26,413 Mpa, 30,666 Mpa, 22,166 Mpa, 16, 083 Mpa. Kuat tekan optimum terdapat pada variasi 10% limbah plastik dan 10% abu sekam padi. Sesuai persyaratan SNI 03-0691-1996 nilai kuat tekan tersebut kedalam mutu b

yang digunakan untuk pelataran parkir dan menjadi alternatif bahan konstruksi yang ramah lingkungan.

4. Septiawan, dkk (2022), Analisa Pengaruh Penambahan Sekam Padi Sebagai Bahan Campuran Pembuatan *Paving Block*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan sekam padi sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block* terhadap daya serap air dan kuat tekan. Metode yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium dengan variasi campuran sekam padi sebesar 0%, 10%, dan 20% dari berat pasir. Pengujian dilakukan terhadap daya serap air dan kuat tekan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan sekam padi, daya serap air meningkat namun kuat tekan menurun. Variasi 10% sekam padi menghasilkan kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari yaitu 33,137 Kg/cm², sedangkan variasi 20% menghasilkan daya serap tertinggi yaitu 23,80%. Kesimpulannya, penambahan sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan hingga batas tertentu, namun jika terlalu banyak akan menurunkan kualitas mekanik *paving block*.

5. (Dzulfian Syafrian, 2025) Pengaruh Partikel Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving Block*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi dengan ukuran partikel berbeda terhadap kuat tekan dan daya serap air *paving block* yang menggunakan air laut sebagai campuran. Tiga jenis abu sekam padi yang digunakan adalah Ground RHA, Nano RHA, dan Ultra Fine RHA, yang masing-masing menggantikan 10% dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 28, dan 56 hari serta uji daya serap air pada umur 28 dan 56 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa *paving block* dengan campuran N-RHA memberikan kuat tekan tertinggi 16,77 Mpa pada umur 56 hari, sedangkan G-RHA menghasilkan daya serap air terendah 8,87%, yang berarti lebih padat dan tahan lama. Kesimpulannya, N-RHA lebih baik untuk meningkatkan kekuatan, sedangkan G-

RHA lebih efektif dalam mengurangi daya serap air, sehingga abu sekam padi berpotensi sebagai bahan bangunan yang lingkungan.

2.2 Paving Block

2.2.1 Definisi *Paving Block*

Paving block merupakan produk beton berbentuk balok kecil dan disusun diatas tanah dengan tujuan membuat jalan lebih padat, keras dan rata. Untuk penggunaan di rumah, *paving block* digunakan pada halaman atau area taman. Dalam pengerjaannya *paving block* menggunakan lapisan bahan sama seperti beton yaitu semen, agregat (pasir) dan air. Menurut SNI 03-0691-1996, (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton ini. Bata beton ini dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun diluar bangunan..

Paving block mulai dikenal dan digunakan di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978. *Paving block* sendiri memiliki beberapa ragam bentuk untuk memenuhi selera pemakai. Penggunaan *paving block* ini disesuaikan dengan tingkat kebutuhan, misalnya saja digunakan sebagai tempat parkir, terminal, jalan setapak dan juga perkerasan jalan di kompleks-kompleks perumahan serta untuk keperluan lain.

2.2.2 Syarat Dan Mutu *Paving Block*

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan mutu *paving block* dimana harus memenuhi persyaratan SNI-03-0619-1996 diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Sifat tampak

Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusaknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.

b. Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.

c. Sifat Fisika

Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada table dibawah ini :

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisika

Mutu	Kuat tekan (mpa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata (maks)
	Rata-rata	min	Rata-rata	min	%
A	40	35	0,09	0,103	3
B	20	17	0,13	0,149	6
C	15	12.5	0,16	0,184	8
D	10	8.5	0,219	0,251	10

Sumber : Bata Beton (*Paving block*), SNI 03-0691-1996

Klasifikasi bata beton (*paving block*)

1. *Paving block* mutu A : Digunakan untuk jalan
2. *Paving block* mutu B : Digunakan untuk pelataran parkir
3. *Paving block* mutu C : Digunakan untuk penjalan kaki
4. *Paving block* mutu D : Digunakan untuk taman dan lainnya

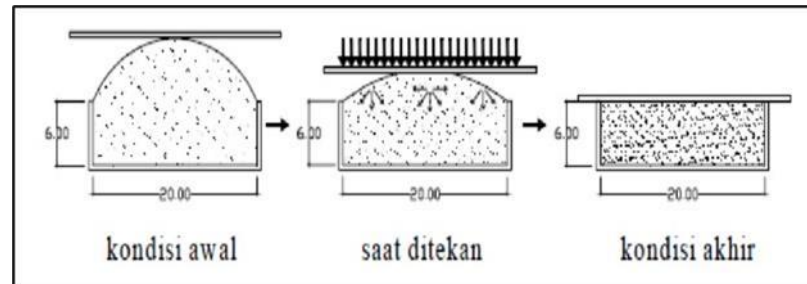
2.2.3 Cara Pembuatan *Paving Block*

Cara pembuatan *paving block* yang digunakan masyarakat umumnya dibagi menjadi metode :

a. Metode konvensional

Metode ini adalah metode yang paling banyak digunakan oleh masyarakat kita khususnya para pembuat *paving block* di Mapilli dan lebih dikenal dengan metode gablokan. Pembuatan *paving block* cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat geblokan/plat tebal dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan.

Metode ini banyak digunakan oleh masyarakat sebagai industri kecil karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dalam proses pembuatannya sehingga dapat dilakukan oleh siapa saja. Semakin kuat tenaga orang yang mengerjakan maka akan semakin padat dan kuat *paving block* yang dihasilkan. (Rikki Ricardo Silalahi 2021).

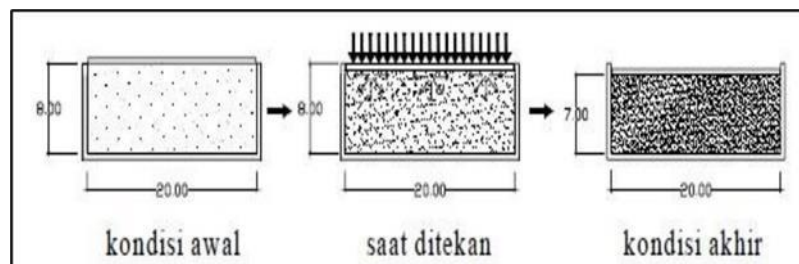


Gambar 2.1 Prinsip kerja metode konvensional

b. Metode press hidrolis (mesin)

Metode ini tidak banyak digunakan pada masyarakat, khususnya di Mapilli dikarenakan mahalnya harga mesin yang digunakan dalam metode ini.

Alat press hidrolis digerakkan dengan tenaga mesin (diesel) sehingga menghasilkan kualitas *paving block* yang baik karena tekanan yang diberikan pada tiap-tiap paving lebih merata dan tekanan yang diberikan juga lebih besar, sehingga *paving block* yang dibuat dengan metode press hidrolis lebih padat dari pada yang dibuat dengan dengan metode konvensional. (Rikki Ricardo Silalahi 2021).



Gambar 2.2 Prinsip kerja metode press hidrolis

2.3 Bahan Penyusun

Material yang digunakan dalam pembuatan *paving block* diantaranya adalah semen portland dan agregat halus (pasir), hanya saja dalam penelitian ini ditambahkan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Bahan penyusun *paving block* diantaranya adalah :

2.3.1 Semen Portland

Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga udara di antara butir-butir agregat. Portland cement (PC) atau lebih dikenal dengan semen berfungsi membantu pengikatan agregat halus dan kasar apabila tercampur dengan air. Selain itu, semen juga mampu mengisi rongga-rongga antara agregat tersebut. Adapun sifat-sifat semen adalah sebagai berikut :

a. Sifat kimia

Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bilamana kurang sempurna pembakarannya, menyebabkan ikatan yang cepat.

b. Sifat fisika

Sifat fisika semen diantaranya adalah :

1) Kehalusan butir

Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas, sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula. Pada umumnya semen memiliki kehalusan sedemikian rupa sehingga kurang lebih 80% dari butirannya dapat menembus ayakan 44 mikron. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar. Makin besar luas permukaan butir ini, makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menentukan kehalusan butir semen. Cara yang paling sederhana dan mudah dilakukan ialah dengan mengayaknya.

2) Berat jenis

Berat jenis dari bubuk semen pada umumnya berkisar antar 3,10 sampai 3,30. Biasanya rata-rata berat jenis ditentukan 3,15. Berat jenis semen penting untuk dikeahui, karena semen portland yang tidak sempurna pembakarannya dan atau dicampur dengan bubuk buatan lainnya, berat jenisnya akan terlihat lebih rendah daripada angka tersebut. Untuk mengukur baik atau tidaknya, tercampur atau tidaknya suatu bubuk semen dan hasilnya menunjukkan bahwa berat dari jenisnya kurang dari 3,00 kemungkinan semen itu tercampur dengan bahan lain (tidak murni) atau sebagian semen itu telah mengeras.

3) Waktu pengerasan semen

Pasta semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mengeras, maka semen tersebut mempunyai sifat kekal bentuk.

4) Kekekalan bentuk

Pasta semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mmengeras, maka semen tersebut mempunyai sifat kekal bentuk.

5) Pengaruh suhu

Pengikatan semen berlangsung dengan baik pada suhu 35°C dan berjalan dengan lambat pada suhu di bawah 15°C.

2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran *paving block* sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat/semen. Pasir adalah salah satu dari bahan campuran beton yang diklasifikasikan sebagai agregat halus. Yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 dan tertahan pada saringan No. 200. Pasir merupakan bahwa tambahan yang tidak bekerja aktif dalam proses pengerasan, walaupun demikian kualitas pasir sangat berpengaruh pada beton. Mutu dari agregat halus ini sangat menentukan mutu *paving block* yang dihasilkan.

Syarat-syarat agregat halus (pasir) dalam (Mona khoirunnisah 2015) sebagai bahan material pembuatan betonsesuai dengan ASTM C 33 adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dan gradasinya menerus. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan. Butiran tajam, keras, awet (durable) dan tidak bereaksi dengan material beton lainnya.
- b. Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50-3,80.
- c. Kadar lumpur/bagian yang lebih kecil dari 0,07 m maksimum 5%.
- d. Kadar zat organik ditentukan dengan lauratan nutrium hidroksida 3%, jika dibandingkan dengan warna standar atau pembimbing, tidak lebih tua dari pada warna standar (sama).
- e. Kekerasan butir, jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari kwarsa Bangka, memberikan angka hasil bagi tidak lebih besar dari 2,20

Pemeriksaan agregat halus perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan dan juga dilakukan untuk mengetahui apakah agregat halus ini memnuhi persyaratan atau tidak. Hasil pemeriksaan ini juga dapat digunakan sebagai data rencana adukan beton yang akan digunakan dalam pembuatan *paving block*.

1) Kadar lumpur

Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir. Agregat halus tidak boleh mengantung lumpur lebih dari 5%. Yang dimaksud lumpur adalah bagian yang lolos saringan 200 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci.

2) Berat jenis agregat halus

Pengujian berat jenis agregat halus dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus/pasir.

3) Gradasi agregat atau modulus halus butir agregat

Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butir pasir. Bila butir-butir pasir mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar, sehingga pori-porinya menjadi lebih sedikit, dengan kata lain kemamfatannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai persentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah 9,60; 2,40; 1,20; 0,60; 0,30; dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulus halus butir (mhb) dan tingkat kekasaran pasir. Mhb menunjukkan; ukuran kehalusan atau kekerasan butir-butir agregat yang dihiitung dari jumlah persentase komulatif butiran yang tertahan dibagi 100. Semakin kecil nilai mhb menunjukkan semakin halus atau kecil butir-butir agregatnya. Sebagaimana ditentukan sesuai (SNI-03-2834-2000) tampak pada table 2.2.

Tabel 2.2 Batas-batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran saringan (mm)	Presentase berat butir yang lolos saringan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: Tabel gradasi agregat halus (SNI-03-2834-2000)

- a) Zona I = Pasir Kasar
- b) Zona II = Pasir Agak Kasar
- c) Zona III = pasir Agak Halus
- d) Zoona IV = Pasir Halus

2.3.3 Agregat kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegritas dan bebatuan alami atau berupa batu pecah/belah yang dihasilkan dari industry pemecah batu, dengan bentuk ukurannya antara 4,6 mm – 150 mm. Agregat kasar ini dipakai secara bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan agregat kasar harus memenuhi persyaratan dan ketentuan seperti berikut ini :

- a. Butiran agregat kasar harus bertekstur keras dan tidak berpori, indeks kekerasan <5%.
- b. Agregat kasar harus bersifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur. Ketika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur tidak boleh lebih dari 12%-nya, jika diuji dengan garam Magnesium Sulfat bagian yang hancur pada agregat kasar tidak boleh lebih dari 18%.
- c. Agregat kasar ini tidak boleh mengandung zat relatif alkali yang dapat merusak beton.
- d. Butiran agregat kasar yang dipilih dan Panjang tidak boleh lebih dari 20% dari agregat seluruhnya.
- e. Modulus halus butir atau angka kehalusan (Fineness modulus) pada agregat kasar berkisar antara 6-7,1 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- f. Ukuran butir agregat kasar maksimalnya tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan $\frac{3}{4}$ jarak bersih antara tulangan atau bekas tulangan dan 1/3 tebal pelat beton.

2.3.4 Air Laut

Fungsi air laut pada campuran *paving block* adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan. Air laut mengandung 3,5% garam pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk beton tidak bertulang dikarenakan banyak jurnal yang membahas tentang pencampuran dan perawatan air laut yang menghasilkan kuat tekan lebih baik.

2.4 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam pembuatan *paving block*. Kandungan silika yang tinggi dalam abu ini memberikan sifat pozzolanik, yaitu kemampuan bereaksi dengan kalsium hidroksida dari semen dan membentuk senyawa kalsium silikat hidrat yang berperan dalam meningkatkan kekuatan beton. Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dapat membantu menekan biaya produksi serta mengurangi emisi karbon. Selain itu, *paving block* yang mengandung abu sekam padi cenderung memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap fluktuasi suhu ekstrem, baik panas maupun dingin, abu ini juga berkontribusi dalam menurunkan permeabilitas beton.

Metode sekam padi menjadi abu sekam padi dijelaskan dalam (Piyathissa, 2023) dibuat dengan cara membakar sekam padi kering di dalam alat pembakaran khusus yang bisa mengatur suhu, aliran udara, dan lama pembakaran. Sekam padi ditimbang lalu dimasukkan ke ruang pembakaran. Suhu pembakaran dijaga sekitar 430-646°C (tidak lebih dari 800°C supaya silika tidak berubah menjadi kristal yang kurang bermanfaat), dengan aliran udara yang terkontrol. Waktu pembakaran dibuat singkat, sekitar 30 detik, agar pembakaran sempurna tetapi tidak merusak kandungan silika. Dari penelitian ini, kondisi terbaik adalah pada suhu 430°C, aliran udara rendah, dan sekam diisi agak padat ke dalam alat. Hasilnya adalah abu sekam padi yang mengandung silika amorf dalam jumlah tinggi. Komposisi kimia yang terkandung dalam abu sekam padi adalah seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi (%)

Bahan	Temperature				
	Origin (%)	400°(%)	600°(%)	700°(%)	1000°(%)
SiO ²	88.01	88.05	88.67	92.15	95.48
MgO	1.17	1.13	0.84	0.51	0.50
SO ₃	1.12	0.83	0.81	0.79	0.09
CaO	2.56	2.02	1.73	1.60	1.16
K ₂ O	5.26	6.48	6.41	3.94	1.28
NaO ₂	0.79	0.76	1.09	0.99	0.73
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃	0.29	0.74	0.46	0.00	0.43

2.5 Perawatan *paving Block*

Perawatan *paving block* bertujuan agar *paving block* tetap terjaga, tidak terlalu cepat kehilangan air dan kelembapan tetap terjaga saat masih terjadi reaksi hidrasi perawatan.

Berdasarkan C menjelaskan bahwa kecuali bila ada persyaratan lain, semua benda uji harus dirawat basah pada temperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ mulai dari waktu pencetakan sampai saat pengujian. Penyimpanan selama 48 jam pertama perawatan harus pada lingkungan bebas getaran. Seperti yang berlakukan pada perawatan benda uji yang dibuka, perawatan basah berarti bahwa benda uji yang akan diuji harus memiliki air bebas yang dijaga pada seluruh permukaan pada semua waktu. Kondisi ini dipenuhi dengan merendam dalam air jenuh. Benda uji tidak boleh diletakkan pada air yang mengalir atau air yang menetes. Perawatan beton harus dirawat pada suhu 10°C dan dalam kondisi lembab sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran.

2.5.1 Perawatan Penyimpanan

Perawatan membasahi permukaan *paving block* dengan menyiram *paving block*. Perawatan benda uji *paving block* dilakukan setelah sampel dicetak dan di letakkan di tempat penyimpanan selama 91 hari. Sampel *paving block* yang telah berumur 24 jam kemudian disiram air dua kali sehari selama 91 hari. Hal ini bertujuan agar ikatan antara campuran pasir dan semen semakin kuat serta untuk mencegah hilangnya kelembaban *paving block*.

2.6 Pengujian *Paving Block*

Pengujian yang akan dilakukan di Laboratorium meliputi pengujian kuat tekan dan serap air pada *paving block*. Berikut penjelasan masing-masing pengujian:

2.6.1 Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan *paving block* adalah besaran beban yang mampu ditahan per satuan luas sebuah *paving block* sehingga *paving block* tersebut hancur akibat gaya

tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan. Menurut (SNI-03-0691-1996), Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan/kuat desak adalah sebagai berikut:

$$f' = P/A \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

f' = Kuat tekan/kuat desak *paving block*

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Kuat tekan rata-rata *paving block* didapat dari perhitungan jumlah kuat tekan *paving block* dibagi dengan jumlah sampel yang diuji. Umur benda uji yang akan dilakukan adalah pada umur 7 hari, 28 hari dan 91 hari.

2.6.2 Daya Serap Air Terhadap *Paving Block*

Uji daya serap merupakan salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu material, khususnya beton, dalam menyerap air. Semakin besar daya serap air suatu material, maka semakin banyak pori-pori yang terdapat pada material tersebut. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, penyerapan air dilakukan dengan langkah seperti berikut ini.

a. Berat kering (A)

Untuk mendapatkan nilai berat kering (A) dilakukan pengovenan *paving block* selama 9 jam pada suhu 150°. Setelah dioven, kemudian didiamkan selama 30 menit untuk ditimbang berat kering oven (A), setelah itu direndam selama 14 jam.

b. Setelah direndam selama 14 jam, benda uji dimasak selama 5 jam. Setelah itu, benda uji diangkat dan diamkan selama 3 jam. Kemudian benda uji ditimbang dalam air menggunakan timbangan berat jenis (*specific gravity*). Kemudian lap permukaan benda uji SSD dan selanjutnya benda uji ditimbang SSD (C).

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan daya serap air adalah sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{C-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

C = berat SSD/kering permukaan

A = berat kering setelah dioven

2.6.3 Sorptivity

Sorptivity adalah parameter yang sering digunakan untuk menilai durabilitas *paving block* karena menunjukkan seberapa cepat air atau cairan dapat masuk ke dalam *paving block* melalui pori-pori kecil beton. Pengujian sorptivity bertujuan untuk menentukan seberapa cepat *paving block* dapat menyerap air ketika permukaan bawahnya terpapar air. Ini memberikan informasi penting tentang durabilitas cepat *paving block* dalam kondisi basah dan membantu mengevaluasi potensi kerusakan akibat siklus pembekuan pencairan, serangan sulfat, atau reaksi alkali-silika. (Mangngi et al., 2024)

Pengujian sorptivity, atau “*Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic Cement Concretes,*” Metode pengujian untuk menentukan laju penyerapan air pada *paving block* yang merupakan indikator penting dari durabilitas penyerapan, terutama dalam hal ketahanannya terhadap penetrasi air dan bahan kimia yang dapat merusak. Adapun tabel interpretasi nilai sorptivity sebagai berikut.

Tabel 2.4 Interpretasi nilai sorptivity

Nilai sorptivity (mm/√menit)	Kriteria
< 0,5	Beton (<i>paving block</i>) sangat padat dan tahan air
0,5 – 1,0	Beton (<i>paving block</i>) cukup tahan terhadap kelembaban
> 1,0	Beton (<i>paving block</i>) rentan terhadap penetrasi air

Sumber: Buku Metode Eksperimental Struktur (Patah dan Dasar, 2025)

Pengujian sorptivity pada *paving block*, dimulai pada umur 28 hari dan umur 91 hari dengan ukuran *paving block* 20 cm x 10 cm x 8 cm. Pengujian

sorptivity ini dilakukan selama enam jam dimana perhitungan waktunya dimulai pada menit 1, 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, 240, 300 dan 360. Nilai sorptivity didapat dengan menggunakan persamaan :

$$I = mt (a \times d) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

I = Sorptivity ($\text{mm/s}^{0,5}$)

mt = Mass Time (gram)

a = 20000 mm^2 (Luas Permukaan kontak)

d = density of water, $0,001 \text{ g/mm}^3$

2.6.4 Standar Deviasi

Standar deviasi dihitung untuk mengukur tingkat keseragaman sampel benda uji yang dihasilkan. Nilai standar deviasi yang lebih kecil menunjukkan bahwa sampel benda uji semakin seragam. Klasifikasi standar deviasi ini mengacu pada SNI 03-6815-2002 tentang Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton, yang membagi standar deviasi kedalam lima kategori yaitu kurang, cukup, baik, sangat baik, dan terbaik.

Standar deviasi merupakan ukuranyang menunjukkan seberapa jauh data tersebar dari nilai rata-ratanya, dilambangkan dengan simbol (S). Standar deviasi menggambarkan seberapa besar nilai sampel terhadap nilai rata-ratanya. Rumus untuk menghitung standar deviasi adalah sebagai berikut. ²

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xrt)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

S = Standar Deviasi

Xi = Nilai Kuat Tekan Masing-masing Benda Uji

n = Jumlah Data

Xrt = Nilai Kuat Tekan rata-rata

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang didapatkan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengaruh dari bahan pengganti dan perawatan air laut, nilai kuat tekan menunjukkan semakin banyak penambahan abu sekam padi maka semakin menurun nilai kuat tekan.
2. Nilai optimum kuat tekan *paving block* dengan variasi abu sekam padi diperoleh pada variasi 10% pada umur 28 hari dengan nilai kuat tekan 22,03 Mpa, dan masuk pada mutu B.
3. Kemampuan daya serap air pada *paving block* menunjukkan bahwa setiap penambahan variasi abu sekam padi mengalami peningkatan persentase penyerapan air. Hal ini terjadi karena semakin besar persentase abu sekam padi yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula kadar pori dalam material, sehingga meningkatkan kemampuan menyerap air.
4. Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dengan variasi 10%, 20%, dan 30% berpengaruh terhadap nilai sorptivity *paving block*. Semakin tinggi persentase abu sekam padi, nilai sorptivity cenderung menurun, terutama pada umur 91 hari. Hal ini menunjukkan abu sekam padi mampu mengurangi laju penyerapan air melalui pori-pori *paving block*, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap kelembapan dan memperbaiki durabilitas material.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka sebagai bahan pertimbangan diajukan beberapa saran sebagai berikut.

1. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dikembangkan dengan penggunaan metode perawatan yang berbeda sehingga diperoleh kuat tekan maksimal.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan perbandingan benda uji yang lebih bervariasi sehingga mencapai mutu yang lebih baik.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai beberapa jenis pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyub. (2021). 2276-5572-2-Pb. *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Dengan Kondisi Kadar Air Awal Terhadap Sifat Porositas Beton Performa Tinggi*, 13(1), 31–36.
- Ali, A., & Datu, I. T. (2022). Pengaruh Air Laut sebagai Air Pencampur dan Air Perawatan pada Karakteristik Pasta Semen dan Mortar. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 5(1), 28–33. <https://doi.org/10.31963/intek.v5i1.196>
- Apriansyah, Permadi, Y. D., Patah, D., & . Y. (2023). Paving Block Abu Sekam Padi Untuk Infrastruktur Desa dan Pesisir Sulawesi Barat. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 26(1), 18–28. <https://doi.org/10.25042/jpe.052022.03>
- Auliyaa Robbani, B. G., Wibowo, W., & Safitri, E. (2019). Pengaruh Kadar Rice Husk Ash Terhadap Kuat Tekan Pada High Strength Self Compacting Concrete (Hsscc) Benda Uji Silinder 7,5 Cm X 15 Cm Usia 14 Dan 28 Hari. *Matriks Teknik Sipil*, 7(1), 21–30. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v7i1.36524>
- Dasar, Amry, Dahlia Patah, Irma Ridhayani, dan A. M. (2023). Perbandingan Kinerja Bata Beton Menggunakan Abu Cangkang Sawit, Abu Sekam Padi Dan Abu Serat Sagu. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(2), 241–248. <https://doi.org/10.32487/jtt.v11i2.1797>
- Dzulfian Syafrian, dkk. (2025). Pengaruh Partikel Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving Block (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Fauzi Akbar, M., Kodariah, G. S., Sudarsono, I., & Utomo, E. W. (2023). Pengaruh perendaman air laut terhadap kuat tekan beton Self Compacting Concrete (SCC) dengan penambahan Fly Ash dan Visconcrete. *Hexatech:*

- Jurnal Ilmiah Teknik*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.55904/hexatech.v2i1.592>
- Imanuel, D. (2023). *Disusun Oleh : IMANUEL B LANGI KARAENG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SULAWESI BARAT MAJENE 2023 ABSTRAK*.
- Mangngi, P., Tjaronge, M. W., & Caronge, M. A. (2024). Durability assessment of concrete containing recycled coarse refractory brick aggregate. *Innovative Infrastructure Solutions*, 9(5). <https://doi.org/10.1007/s41062-024-01458-w>
- Nirwana, H., Patah, D., Ridhayani, I., & Dasar, A. (2023). *Jurnal Pengabdian Siliwangi PELATIHAN PEMBUATAN PAVING BLOCK MENGGUNAKAN AIR LAUT DALAM Jurnal Pengabdian Siliwangi Volume 9 , Nomor 1 , Tahun 2023 P-ISSN 2477-6629 E-ISSN 2615-4773*. 9, 7–14.
- Patah, D., & Dasar, A. (2022). Strength Performance of Concrete Using Rice Husk Ash (RHA) as Supplementary Cementitious Material (SCM). *Journal of the Civil Engineering Forum*, 8(September), 261–276. <https://doi.org/10.22146/jcef.3488>
- Patah, D., Dasar, A., Ridhayani, I., Suryani, H., Saudi, A. I., & Sainuddin, S. (2024). Kekuatan dan Durabilitas Oil Palm Shell (OPS) sebagai Alternatif Pengganti Agregat Kasar pada Beton Bertulang. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 12(1), 80–87. <https://doi.org/10.32487/jtt.v12i1.2103>
- Piyathissa, S. D. S., Kahandage, P. D., Namgay, Zhang, H., Noguchi, R., & Ahamed, T. (2023). Introducing a Novel Rice Husk Combustion Technology for Maximizing Energy and Amorphous Silica Production Using a Prototype Hybrid Rice Husk Burner to Minimize Environmental Impacts and Health Risk. *Energies*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/en16031120>
- Putri, D., & Safitroh, R. D. (2022). Analisis Kekuatan Paving Block Menggunakan Abu Sekam Padi Dan Limbah Plastik. *Jurnal Sipil Krisna*, 8(2), 1–7. <https://doi.org/10.61488/sipilkrisna.v8i2.169>
- Salasiah, J., Sipil, T., Parepare, U. M., Jend, J., & Yani, A. (2024). *Investigasi*

Kuat Tarik Belah Beton Pencampuran Air Laut dan Pasir Mix Design $f'c$ 30 MPa. 16, 94–101.

Satria, I., & Fauziyah, S. (2024). *Jurnal Sipil dan Arsitektur inovasi dinding partisi kalsiboard.* 2(4), 57–62.

Septiawan, A., & Setiawan, B. (2022). *BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN PAVING BLOCK.* 05(02).

Singh, S., & Shukla, D. A. (2023). Effect of Rice Husk Ash on the Properties of Concrete. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(10), 1056–1062.
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.56100>

Tambunan, D. (2024). *Pemanfaatan Sampah Plastik sebagai Material Paving Block Utilization Of Plastic Waste As Paving Block Material Univeristas Riau , Indonesia sampah (Saputra dkk ., 2022). Sampah akan selalu menjadi masalah apa bilamasyarakat tidak penimbunan memakan wakt.* 4, 1–9.