

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN PECAHAN KULIT KERANG
TERHADAP KUAT MEKANIK PADA PAVING BLOCK**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan
Program Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh:

Adnan Arif Munandar

30.2019.00.021

Dian Ratih Purwasih

30.2020.00.054

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

SEMARANG

2024



LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN PECAHAN KULIT KERANG TERHADAP KUAT MEKANIK PADA PAVING BLOCK



Adnan Arif Munandar
NIM 3020190021



Dian Ratih Purwasih
NIM 30202000054

Telah Disetujui Dan Disahkan Di Semarang, 05 Februari 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D**

NDIN : 0605016802

2. **Lisa Fitriyana ST.,M.Eng**

NDIN : 0631128901

3. **Benny Syahputra,ST,M.Si**

NDIN : 0607027203

Ketua program setudi Teknik sipil
Fakultas Teknik
Universitas islam sultan agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST. M.Eng
NIDN : 0625059102



BERITA ACAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

25 / A.2 / SA – T / XI / 2023

Pada hari ini tanggal 05-02-2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Lisa Fitriyana ST.,M.Eng
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Adnan Arif Munandar

Dian Ratih Purwasih

NIM : 30201900021

NIM : 30202000054

Judul "Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kerang Terhadap Kuat Mekanik Pada *Paving Block* "

dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan Dosen Pembimbing	21-10-2023	ACC
2	Seminar Proposal	26-12-2023	
3	Pengumpulan Data	16-01-2024	
4	Analisis Data	17-01-2024	
5	Penyusunan Laporan	18-01-2024	
6	Selesai Laporan	24-01-2024	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk di ketahui dan dipergunakan seperlunya Oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D

Lisa Fitriyana ST., M.Eng

Mengetahu

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Akhyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Adnan Arif Munandar

NIM : 30201900021

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

"Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kerang Terhadap Kuat Mekanik Pada *Paving Block* "

Benar bebas plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian Surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Dian Ratih Purwasih

NIM : 30202000054

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

"Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kerang Terhadap Kuat Mekanik Pada *Paving Block* "

Benar bebas plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian Surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang 06 februari 2024

Yang membuat pernyataan



Dian Ratih Purwasih

NIM : 30202000054

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Adnan Arif Munandar
NIM : 30201900021
JUDUL TUGAS AKHIR : Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kerang
Terhadap Kuat Mekanik Pada *Paving Block*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir Ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah di publikasikan sebelumnya atau ditulis Oleh Orang lain, atâu sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atâu ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik Sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Demikian pernyataan ini saya buat,

Semarang 06 februari 2024

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular postage stamp. The stamp is red and white, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAI TEMPEL', and the serial number '2AB11AJX257509837'. The signature is a cursive script that loops around the stamp.

Adnan Arif Munandar

NIM : 30201900021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Dian Ratih Purwasih
NIM : 30202000054
JUDUL TUGAS AKHIR : Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kerang
Terhadap Kuat Mekanik Pada *Paving Block*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir Ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah di publikasikan sebelumnya atau ditulis Oleh Orang lain, atâu sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atâu ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan Ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik Sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Demikianan pernyataan ini saya buat,

Semarang 06 februari 2024

Yang membuat pernyataan



Dian Ratih Purwasih

NIM : 30202000054

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya cintai Bapak Sayun Susanto dan Ibu Toanah yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan semangat yang selalu ada selama penyelesaian Tugas Akhir.
2. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph. D dan ibu Lisa Fitriyana ST.,M.Eng yang telah membimbing kami sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Saudari Dian Ratih Purwasih rekan Tugas Akhir, teman seperjuangan, dan saudara seiman.
4. Untuk teman kontrakan dan kos Riski, Erlangga, Rafli, Amar, Hanif yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Angkatan 2019 Fakultas Teknik UNISSULA terkhusus Sipil A 2019 yang selalu menghibur, memberikan dukungan dan semangat selama proses penyelesaian Tugas Akhir

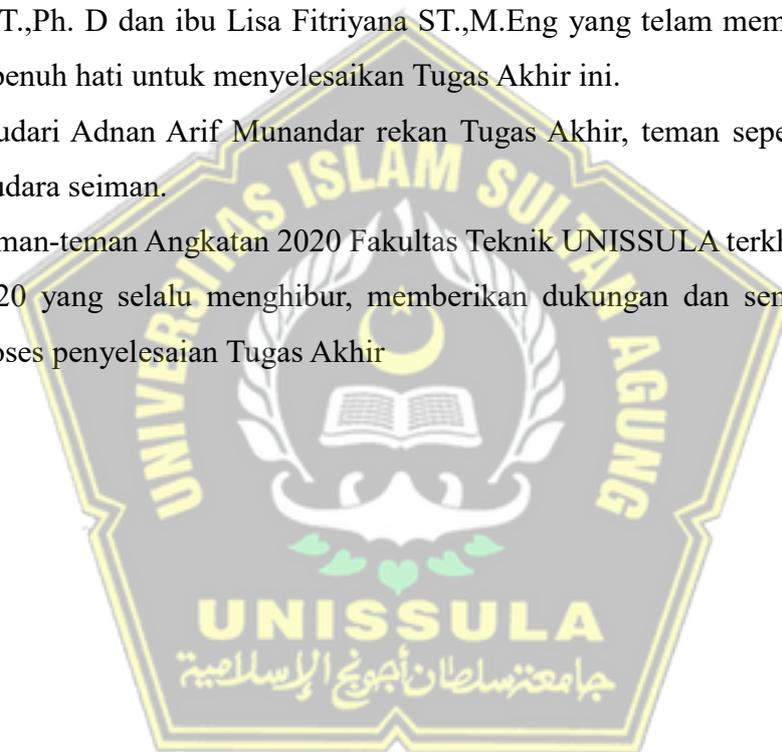
Adnan Arif Munandar

NIM : 30201900021

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya cintai Bapak Komari dan Ibu Sunartik yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan semangat yang selalu ada selama penyelesaian Tugas Akhir.
2. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph. D dan ibu Lisa Fitriyana ST.,M.Eng yang telah membimbing kami sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Saudari Adnan Arif Munandar rekan Tugas Akhir, teman seperjuangan, dan saudara seiman.
4. Teman-teman Angkatan 2020 Fakultas Teknik UNISSULA terkhusus Sipil AB 2020 yang selalu menghibur, memberikan dukungan dan semangat selama proses penyelesaian Tugas Akhir



MOTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ ءَامَنَ
أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِّنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik” (QS.Ali Imran ayat 110)

يٰۤيُنَيَّ اذْهَبُوْا فَتَحَسَّسُوْا مِنْ يُۤوسُفَ وَ اَخِيْهِ وَلَا تَأْيِسُوْا مِنْ رُّوْحِ اللّٰهِ

اِنَّهٗ لَا يَأْيِسُ مِنْ رُّوْحِ اللّٰهِ اِلَّا الْقَوْمُ الْكٰفِرُوْنَ ﴿٨﴾

Pantang dalam menyerah, pantang dalam berpatah arang. Tidak ada kata gagal untuk orang yang enggan berhasil. “*Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang orang yang kufur*”. QS Yusuf: 87

لَا يَكْفُرُ اللّٰهُ نَفْسًا اِلَّا وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا اِنْ نَسِينَا اَوْ
اَخْطَاْنَا رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا اِصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَي الدّٰيِنِ مِنْ قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا لَا طَاقَةَ
لَنَا بِهٖ وَاعْفُ عَنَّا وَاعْفُ لَنَا وَارْحَمْنَا اِنَّتَ مَوْلِنَا فَانصُرْنَا عَلَي الْقَوْمِ الْكٰفِرِيْنَ

Tidak ada ujian yang tidak bisa diselesaikan. Tidak ada kesulitan yang melebihi batas kesanggupan. Karena “Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya.” QS Al-Baqarah: 286

تَعَلَّمُوْا وَاَعْلَمُوْا عَلٰى مٰوَا تَوَاضَعُوْا لِلسُّعُوْدِ وَمِنْكُمْ مَّنْ عَلَّمَ بِلَا مِثْلٍ مِّنْكُمْ وَلِيُؤْتُوْا لِمِثْلٍ مِّنْكُمْ

Belajarlah kamu semua, dan mengajarlah kamu semua, dan hormatilah guru-gurumu, serta berlaku baiklah terhadap orang yang mengajarkanmu.” (HR Thabrani)

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul "Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kerang Terhadap Kuat Mekanik Pada *Paving Block* " guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST.,M.Eng selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
4. Ibu Lisa Fitriyana ST.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, ,24 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK.....	xvii
BAB I 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 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kulit Kerang (<i>Cerastoderma sp</i>)	6
2.1.1 Jenis Jenis Kerang.....	6
2.1.2 Sifat-Sifat Kerang	9
2.2 Perkerasan Jalan.....	13
2.2.1 Jenis-Jenis Perkerasan Jalan	14
2.2.2 Perkerasan Aspal (<i>Flexible Pavement</i>)	14
2.2.3 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	15
2.2.4 Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>).....	15

2.2.5	Perkerasan Paving Block (<i>Block Pavement</i>).....	16
2.3	Paving Block (<i>Concrete Block Pavement</i>)	17
2.3.1	Bahan Penyusun <i>Paving Block</i>	18
2.3.2	Type (Bentuk) <i>Paving Block</i>	19
2.3.3	Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	20
2.3.4	Ketebalan <i>Paving Block</i>	22
2.3.5	Pola Penyusunan <i>Paving Block</i>	23
2.3.6	Kelebihan Dan Kekurangan <i>Paving Block</i>	24
2.4	Syarat Mutu <i>Paving Block</i> Untuk Perkerasan Jalan.....	25
2.4.1	Daya Serap Air <i>Paving Block</i>	26
2.4.2	Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	27
2.4.3	Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		29
3.1	Umum	29
3.1.1	Bahan Penelitian	30
3.1.2	Peralatan Penelitian.....	32
3.2	Bagan Alir Penelitian	35
3.2.1	Tahap Pembuatan Abu Cangkang Kerang Hijau.....	35
3.2.2	Tahap Pembuatan Serbuk Kerang Hijau	36
3.2.3	Tahap Pembuatan <i>Paving Block</i>	37
3.3	Tahap Penelitian.....	38
3.3.1	Tahap I Mempersiapkan Alat Dan Bahan	38
3.3.2	Tahap II Pemeriksaan Bahan Dan Pengujian Kadar Air.....	38
3.3.3	Tahap III Perencanaan Campuran Dan Pembuatan Benda Uji.....	38
3.3.4	Tahap IV Pengujian Benda Uji	39
3.3.5	Tahap V Analisis Dan Pembahasan	39
3.4	Metode Pengumpulan Data.....	39
3.4.1	Pembuatan Abu Cangkang Kerang Hijau	39
3.4.2	Pembuatan Serbuk Kerang Hijau.....	39
3.4.3	Metode Daya Serapan Air <i>Paving Block</i>	40
3.4.4	Metode Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketebalan <i>paving block</i>	23
Tabel 2.2 Sifat-sifat fisika <i>paving block</i>	26
Tabel 3.1 Campuran Abu Kulit Kerang Hijau, Semen Pasir Dan Air.....	29
Tabel 3.2 Campuran Pecahan Kulit Kerang Hijau, Semen Pasir Dan Air	29
Tabel 4.1 Campuran Abu Kulit Kerang Hijau, Semen, Pasir, Dan Air	42
Tabel 4.2 Campuran Pecahan Kulit Kerang Hijau, Semen, Pasir, Dan Air.....	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Daya Serap Air <i>Paving Block</i> Dengan Penambahan abu kulit krang hijau.	46
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Daya Serap Air <i>Paving Block</i> Dengan Penambahan Pecahan kulit krang hijau.	47
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Daya Serap Air <i>Paving Block</i> Dengan Penam- bahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau	49
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	51
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	52
Tabel 4.8 Hasil Pengujian kuat tekan <i>Paving Block</i> Dengan Penam- bahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau	54
Tabel 4.9 Hasil Pengujian kuat lentur <i>Paving Block</i> Dengan Penam- bahan Abu Kulit Kerang hijau.	56
Tabel 4.10 Hasil Pengujian kuat lentur <i>Paving Block</i> Dengan Penam- bahan pecahan Kulit Kerang hijau.	57
Tabel 4.11 Hasil Pengujian kuat lentur <i>Paving Block</i> Dengan Penam- bahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kerang Darah	6
Gambar 2.2. Kerang Kepah.....	7
Gambar 2.3. Kerang Bambu	7
Gambar 2.4. Kerang Batik	8
Gambar 2.5. Kerang Tiram	8
Gambar 2.6. Kerang Simpung	9
Gambar 2.7. Kerang Hijau	9
Gambar 2.8 Struktur Perkerasan Lentur	14
Gambar 2.9 Struktur Perkerasan kaku	15
Gambar 2.10 Struktur Perkerasan komposit	15
Gambar 2.11 Perkerasan Jalan Paving Block	16
Gambar 2.12 Bentuk <i>Paving Block</i>	20
Gambar 2.13 Bentuk <i>Paving Block</i>	20
Gambar 2.14 Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	21
Gambar 2.15 ketebalan <i>Paving Block</i>	23
Gambar 2.16 Pola Susun Bata penguncian Paling Rendah.....	23
Gambar 2.17 Pola Anyam Tikar penguncian sedang	24
Gambar 2.18 Pola Tulang Ikan 90° Penguncian Paling Baik	24
Gambar 2.19 Tulang Ikan 45° Penguncian Paling Baik	24
Gambar 3.1. Air.....	30
Gambar 3.2. Semen <i>Portland</i>	30
Gambar 3.3. Agregat Halus.....	31
Gambar 3.4. Kulit kerang	31
Gambar 3.5. Ayakan Saringan No. 4	32
Gambar 3.6. Timbangan.....	32
Gambar 3.7. Gelas Ukur.....	33
Gambar 3.8. Oven	33
Gambar 3.9. Alat Cetak <i>Paving Block Press</i> Manual Sistem	34
Gambar 3.10. Alat Uji Kuat Tekan	34

Gambar 4.1 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 200 ml.....	43
Gambar 4.2 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 300 ml.....	44
Gambar 4.3 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 400 ml.....	44
Gambar 4.4 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 500 ml.....	45
Gambar 4.5 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 600 ml.....	45
Gambar 4.6 Grafik Daya Serap Air Paving Block Dengan Penambahan abu kulit krang hijau	46
Gambar 4.7 Grafik Daya Serap Air Paving Block Dengan Penambahan Pecahan kulit krang hijau.....	48
Gambar 4.8 Grafik Daya Serap Air Paving Block Dengan Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.	49
Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan Paving Block Penambahan Abu kulit Kerang Hijau.	51
Gambar 4.10 Grafik Kuat Tekan Paving Block Penambahan pecahan kulit Kerang Hijau.	53
Gambar 4.11 Grafik Kuat Tekan Paving Block Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.	55
Gambar 4.12 Grafik Kuat Lentur Paving Block Penambahan Abu Kulit Kerang.	57
Gambar 4.13 Grafik Kuat Lentur Paving Block Penambahan Pecahan Kulit Kerang.	58
Gambar 4.14 Grafik Kuat lentur Paving Block Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.....	59

ABSTRAK

Pada umumnya perkerasan jalan menggunakan perkerasan aspal, beton, dan campuran beton aspal. Sementara itu, harganya yang relatif mahal konsumen lebih memilih menggunakan perkerasan *paving block*. Bahan penyusunan *paving block* adalah agregat halus, semen, dan air. Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah abu batu untuk pengaganti pasir dan alat cetak *paving block* yang telah dimodifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik daya serap air, kuat tekan dan kuat lentur *paving block*.

Pada pengujian kadar air, peneliti menggunakan kadar air 400 ml dengan komposisi 1 pc : 6 ps untuk pembuatan *paving block*. Dalam pembuatan *paving block* dengan bahan tambahan abu kulit kerang hijau dan pecahan kulit kerang hijau sebesar 0%, 5%, 10%, 15% serta menggunakan kadar air 400 ml.

Setelah pembuatan, menunggu *paving block* berumur 14 hari serta dilakukannya perawatan *paving block* dengan cara diperciki air ataupun disiram. Lalu *paving block* dapat dilakukan pengujian. Hasil pengujian kadar air menggunakan kadar jumlah air 400 ml untuk pembuatan *paving block* dengan komposisi 1 pc : 6 ps, karena adukan sudah padat dan tidak kekurangan air maupun kelebihan air. Untuk hasil pengujian daya serap air nilai optimum dengan penambahan abu kulit krang hijau dan pecahan kulit krang hijau 0% dengan daya serap air sebesar 5,71%. Untuk hasil pengujian kuat tekan nilai optimum dengan penambahan abu kulit krang hijau dan pecahan kulit krang hijau 0% dengan kuat tekan sebesar 12,205 Mpa. Untuk hasil pengujian kuat lentur nilai optimum dengan penambahan abu kulit krang hijau dan pecahan kulit krang hijau 0% dengan kuat lentur sebesar 4,753 Mpa.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang Teknik Sipil, perkerasan jalan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu konstruksi perkerasan lentur yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya, dan konstruksi perkerasan kaku yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Paving block merupakan bahan konstruksi yang digunakan sebagai lapisan tambahan pada proyek jalan, selain aspal dan beton. Berasal dari beragam bahan penutup tanah alternatif. Paving block dapat berfungsi sebagai pengganti perkerasan jalan tradisional karena berbagai keunggulannya, seperti bobotnya yang lebih ringan dan biaya yang lebih rendah. Permukaan benda mempertahankan kemampuannya untuk menyerap air dan menunjukkan berbagai variasi dalam hal bentuk, warna, pola, dan kekuatan.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, paving block merupakan bentuk perkerasan yang lebih efisien. Dengan majunya pembangunan perumahan yang berfungsi sebagai sarana membangun kawasan pemukiman. Selain itu, pembangunan rumah berkorelasi langsung dengan pembangunan perkerasan jalan yang dilaksanakan di setiap kompleks perumahan sebagai prasarana jalan yang diperlukan. Biasanya, hal ini melibatkan pemasangan perkerasan lentur atau perkerasan kaku. Ini adalah lokasi optimal untuk memaksimalkan fungsi paving block. Dalam konstruksi perumahan, perkerasan biasanya terdiri dari balok-balok perkerasan jalan yang kaku. Pilihan ini diambil karena kemudahan pemasangannya dan tidak memerlukan tenaga kerja terampil atau alat berat, yang biasanya diperlukan untuk perkerasan lentur yang menggunakan bahan pengikat aspal. Hal ini memungkinkan perluasan atau konstruksi di masa depan tanpa modifikasi signifikan. memfasilitasi pembongkaran yang mudah. Karena tingginya permintaan paving block dari pengembang rumah, beberapa individu beralih karir menjadi produsen paving block. Banyaknya pengrajin paving block yang terampil dan besarnya permintaan pasar mengharuskan dilakukannya eksplorasi material inovatif untuk meningkatkan kualitas paving block. Hal ini dapat dicapai dengan

mengurangi ketergantungan pada agregat atau dengan mengidentifikasi bahan pengganti.

Mengingat Indonesia merupakan negara yang ciri utamanya adalah kedekatannya dengan laut. Mengingat ketersediaan sumber daya laut yang sangat besar, maka perlu dilakukan praktik pengelolaan sampah baik sampah dapur maupun industri restoran yang memanfaatkan kerang, bekicot, kepah, dan bahan laut lainnya. Guna memanfaatkan potensi pencernaan limbah makhluk air. Susunlah cangkang kerang sedemikian rupa sehingga dapat dimanfaatkan secara efektif dan memiliki tujuan praktis. Seiring berjalannya waktu, konstruksi perkerasan jalan pun berkembang dengan memanfaatkan paving block, suatu teknik yang banyak diadopsi oleh banyak orang. Berbagai bahan pelengkap pembuatan paving block dari sampah yang ada sangat diperlukan untuk meminimalkan produksi sampah dan memanfaatkannya kembali menjadi bentuk yang fungsional. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan memasukkan cangkang kerang sebagai bahan tambahan pembuatan paving block, mengingat status Indonesia sebagai negara maritim dengan sumber daya laut yang melimpah.

Namun pemanfaatannya berasal dari cangkang kerang, baik yang sudah mati maupun sisa limbah rumah tangga dan kuliner yang banyak ditemui di wilayah pesisir. Sangat penting untuk memanfaatkan sumber daya alam yang memiliki kemampuan memperbanyak dan mendaur ulang limbah, seperti cangkang, untuk menciptakan bahan pelengkap yang berharga untuk pembuatan paving block. Hal ini merupakan upaya memanfaatkan potensi sampah organik yang sulit dimanfaatkan. dan mengalami proses dekomposisi yang lambat di dalam tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pengaruh penambahan limbah pecahan cangkang kerang terhadap, Daya serap air, Uji kuat tekan, Dan uji kuat lentur pada *paving block* ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah hasil penyerapan air *paving block* yang di hasilkan dari penambahan beberapa variasi pecahan Cangkang Kerang dengan menggunakan alat press manual?
2. Berapakah hasil kuat tekan *paving block* yang di hasilkan dari penambahan

beberapa variasi pecahan Cangkang Kerang dengan menggunakan alat press manual?

3. Berapakah komposisi optimum Penambahan Limbah pecahan Cangkang Kerang untuk pembuatan *paving block*?

1.3 Maksud Dan Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah sisa fragmen cangkang tambahan yang digunakan dalam produksi paving block. Tujuan dari memasukkan limbah pecahan cangkang ke dalam pengujian daya serap air, kuat tekan, dan kuat lentur paving block adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil penyerapan air paving block dengan memasukkan limbah pecahan cangkang dengan menggunakan alat press manual.
2. Mengetahui hasil pengujian kuat tekan paving block menggunakan limbah pecahan cangkang dengan menggunakan alat pengepres manual.
3. Menentukan komposisi limbah pecahan cangkang yang optimal untuk produksi paving block.

1.4 Batasan Masalah

Kendala penelitian untuk mengetahui dampak pemasukan limbah kerang terhadap kapasitas resapan air, kuat tekan, dan kuat lentur paving block adalah sebagai berikut :

1. Pasir yang merupakan bahan uji agregat halus disaring menggunakan ayakan dengan ukuran 4,75 mm khususnya ayakan nomor 4.
2. Benda uji berupa paving block dengan dimensi panjang 20cm, lebar 10,5cm, dan tinggi 6cm.
3. Jumlah sampel yang akan diproduksi adalah 32 sampel.
4. Setelah masa perawatan selama 28 hari, paving block akan menjalani uji daya serap air, uji kuat tekan, dan uji kuat lentur.
5. Memproduksi paving block dengan perbandingan komposisi 1 bagian semen dengan 6 bagian pasir.
6. Semen yang diperuntukkan untuk digunakan adalah semen Gresik.

3.4.5 Metode Kuat Lentur <i>Paving Block</i>	40
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Umum	42
4.2 Rencana Kebutuhan Bahan Penyusun <i>Paving Block</i>	42
4.3 Hasil Pengujian Kadar Air <i>Paving Block</i>	43
4.4 Daya Serap Air <i>Paving Block</i>	45
4.5 Rekapitulasi Daya Serap Air Campuran Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang	49
4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	50
4.7 Rekapitulasi Kuat Tekan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang	54
4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur <i>Paving Block</i>	56
4.9 Rekapitulasi Kuat lentur Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	xx



7. Limbah pecahan cangkang kerang hijau berasal dari sisa cangkang yang telah mengalami dehidrasi dan diolah menjadi bubuk.
8. Memasukkan fraksi limbah cangkang ke dalam komposisi campuran paving block dengan menggunakan persentase 0%, 5%, 10%, dan 15%.
9. Penelitian dilakukan di laboratorium jalan raya dan pengujian dilakukan di laboratorium teknologi bahan konstruksi teknik sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang dengan menggunakan mesin press manual.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Temuan penelitian ini memberikan wawasan berharga untuk memajukan pengembangan teknik inovatif dalam pembuatan paving block melalui pemanfaatan alat press manual.
2. Dapat mengetahui daya serap air pada paving block setelah dilakukan penggabungan limbah cangkang kerang.
3. Dapat mengetahui kuat tekan paving block dengan memasukkan limbah pecahan cangkang.
4. Penentuan kuat lentur paving block dapat dilakukan dengan memasukkan Limbah Pecahan Cangkang Kerang.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir telah disusun dengan cermat dan terdiri dari 5 bab, yang disusun sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Meliputi gambaran latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, kelebihan penelitian, dan organisasi penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Mencakup kerangka konseptual penyelidikan sebelumnya dan dikaitkan dengan topik penelitian, memberikan landasan teoritis untuk penyelidikan yang sedang berlangsung.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelajahi berbagai fase penelitian, metodologi pengumpulan data, teknik menganalisis hasil, representasi visual dari proses, dan jadwal penerapan temuan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Menganalisis temuan penelitian dan terlibat dalam wacana mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN

Mengeksplorasi temuan penelitian dan mengusulkan rekomendasi untuk penelitian masa depan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Kerang (*Cerastoderma sp*)

Cerastoderma sp adalah kompilasi nama-nama moluska kerang yang termasuk dalam famili Cardiidae. Moluska ini umumnya dibudidayakan sebagai sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat yang berada di wilayah pesisir. Budidaya kerang adalah praktik yang mudah dan hemat biaya yang memungkinkan panen cukup cepat dalam rentang waktu 6-7 bulan. Cangkangnya memiliki tiga lubang: buang napas, tarik napas, dan pedal. Perforasi ini berfungsi untuk mengalirkan air dan melepaskan kaki. Kerang menggunakan pelengkapanya untuk mengikis rongga dan memakan plankton yang disediakan oleh pasang surut air.

2.1.1 Jenis Jenis Kerang

Tesis ini secara khusus berfokus pada varietas kerang yang banyak dikonsumsi di wilayah Jawa Tengah, seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Berikut beberapa contoh shell yang kini ada antara lain :

A. Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Kerang darah, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Anadara granosa*, adalah jenis moluska umum yang banyak dikonsumsi oleh individu yang tinggal di Asia Timur dan Tenggara. Kerang darah dinamakan demikian karena kemampuannya mensintesis hemoglobin dalam cairan merah yang dikeluarkannya. Ukuran kerang darah dewasa kira-kira panjangnya 5 sampai 6 cm dan lebarnya 4 sampai 5 cm.



Gambar 2.1 Kerang Darah

B. Kerang Kepah

Kepah merupakan moluska yang termasuk dalam kelas bivalvia, ditandai dengan sifatnya yang bertubuh lunak. Kerang Kepah memiliki sepasang cangkang simetris yang disatukan oleh dua otot adduktor dan dilengkapi dengan kaki kokoh yang dikhususkan untuk menggali. Mereka mendiami ekosistem air tawar dan air asin.



Gambar 2.2 Kerang kepah

C. Kerang Bambu (*Lorjuk*)

Kerang Bambu Lorjuk atau Ensis merupakan moluska berukuran sedang yang ditemukan di lingkungan air asin. Moluska ini diklasifikasikan dalam genus Ensis. Kerang ini mempunyai bentuk cangkang memanjang, terdiri dari dua cangkang yang memperlihatkan sisi simetris. Ensis sp. memiliki struktur cangkang yang sangat mirip dengan silet atau pisau lipat, sehingga mendapat nama umum dari Razor clam atau Jack knife.



Gambar 2.3 :Kerang Bambu

D. Kerang batik (*Paratapes undulatus*)

Paratapes undulatus merupakan nama ilmiah dari kerang batik yang merupakan salah satu jenis kerang air asin. Spesies ini hidup di dasar laut berpasir dangkal di kawasan Indo-Pasifik Barat, mulai dari Laut Merah hingga Papua Nugini, membentang ke utara hingga Jepang, dan selatan hingga New South Wales.



Gambar 2.4 : Kerang batik

E. Kerang Tiram

Tiram adalah sekelompok moluska kerang yang memiliki ciri cangkang datar dan berkapur. Semua tiram sejati adalah kerang yang diklasifikasikan dalam keluarga Ostreidae. Meskipun demikian, istilah "tiram" sering digunakan untuk merujuk pada berbagai organisme berbeda yang tidak termasuk dalam kelompok yang sama.



Gambar 2.5 : Kerang Tiram

F. Kerang Simpson

Simping, disebut juga cangkang kapak, merupakan moluska kerang yang termasuk dalam famili Pectinidae. Mereka mendiami perairan laut dan

memiliki sebaran global, terdapat di semua lautan. Simping memiliki kepentingan ekonomi yang signifikan karena dimanfaatkan sebagai sumber makanan dan keperluan kerajinan. Beberapa cangkang berwarna cerah yang disebut simping dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan produk berbahan dasar cangkang.



Gambar 2.6 : Kerang Simping

G. Kerang hijau (*Perna viridis*)

Kerang hijau, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Perna viridis*, merupakan moluska laut yang memiliki ciri tubuh lunak, dua cangkang, dan warna hijau. Kerang hijau merupakan organisme yang termasuk dalam kelas Pelecypoda yang mempunyai ciri memiliki sepasang cangkang katup sehingga biasa disebut dengan kerang. Makhluk ini juga disebut sebagai "pelecys", yang berasal dari kata Yunani untuk "kapak kecil", dan "podos", yang berarti "kaki". Pelecypoda mengacu pada organisme yang bercirikan memiliki kaki yang rata, seperti bentuk bilah kapak. Kerang hijau dikenal dengan beberapa nama lokal, seperti kijing di Jakarta, kemudi kapal di Riau, kedaung di Banten, dan bia tamako di Maluku Utara.



Gambar 2.7 Kerang hijau

2.1.2 Sifat-Sifat Kerang

A. Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

- **Sifat Fisik**

Kerang darah memiliki sepasang cangkang yang mampu membuka dan menutup melalui pemanfaatan otot adduktor yang terletak di dalam tubuhnya. Karapas punggung tebal sedangkan plastron ventral tipis. Cangkang ini terdiri dari tiga lapisan berbeda, khususnya

1. Periostracum merupakan lapisan kitin terluar yang berfungsi sebagai pelindung.
2. Lapisan prismatic terdiri dari kristal kapur yang berbentuk prisma.
3. Lapisan mutiara, juga dikenal sebagai lapisan induk mutiara, terdiri dari lapisan kalsit (karbonat) yang tipis dan sejajar..

Titik tertinggi dari cangkang disebut sebagai umbo dan mewakili bagian cangkang yang paling kuno. Adanya garis konsentris yang mengelilingi umbo menunjukkan perluasan cangkang secara progresif.

- **Sifat Mekanik**

Blood Shell digunakan dalam produksi papan partikel, yang berfungsi sebagai bahan pengikat. Massa jenis adalah atribut fisik mendasar yang mengukur hubungan antara massa dan volume suatu benda, atau jumlah massa yang terkandung dalam satuan volume tertentu suatu zat.

B. Kerang kepah

- **Sifat Fisik**

Atribut atau kualitas yang khas Kerang kapah memiliki sepasang cangkang simetris yang disatukan oleh dua otot adduktor dan dilengkapi dengan kaki kokoh yang dikhususkan untuk menggali. Organisme ini menghuni habitat air tawar dan laut. Di air asin, mereka lebih suka menggali ke dalam lumpur, dan tingkat kekeruhan air tertentu yang diperlukan mungkin bervariasi tergantung pada spesies dan lokasi.

- **Sifat Mekanik**

Cangkang kapah memperlihatkan struktur luar berbentuk hati dan simetris dengan tulang luar. Ia memiliki sifat homogen yang meningkatkan kohesivitas campuran beton, menjadikannya lebih relevan. Serbuk cangkang kapah mengandung komponen kimia pozzolan antara lain senyawa kapur (CaO), alumina, dan silika. Oleh karena itu, ia mempunyai kapasitas untuk berfungsi sebagai bahan pengganti yang layak.

C. Kerang Bambu (*Lorjuk*)

- **Sifat Fisik**

1. Cangkangnya berbentuk pipih memanjang menyerupai bambu, berwarna coklat.
2. Mempunyai bentuk menyerupai pisau cukur.
3. Cangkangnya memiliki ujung terbuka di kedua sisinya.
4. Cangkangnya rapuh dan mudah pecah.
5. Panjang dan dimensi tubuh makhluk ini setara dengan jari orang dewasa.
6. Terwujud ketika air laut surut.

- **Sifat Mekanik**

Cangkang bambu, seperti organisme benthik lainnya, menyediakan berbagai fungsi penting dalam lingkungan perairan, termasuk pencernaan dan mineralisasi bahan organik yang masuk ke dalam air, serta menempati berbagai tingkat trofik dalam rantai makanan.

D. Kerang batik (*Paratapes undulatus*)

- **Sifat Fisik**

Bagian luar spesies kerang ini dicirikan oleh cangkang elips yang memanjang. Permukaan depan cangkang menunjukkan kehalusan yang halus dan lengkungan cekung yang lembut, secara bertahap meruncing ke arah sisi perut. Sebaliknya, cangkang bagian posterior berbentuk datar, melengkung, dan memanjang ke arah belakang.

- **Sifat Mekanik**

Pemanfaatan cangkang kerang sebagai bahan bangunan merupakan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah pengelolaan limbah cangkang di wilayah perkotaan pesisir. Namun demikian, terbatasnya promosi agregat cangkang cangkang (MSAC) dalam aplikasi kinerja tinggi terutama disebabkan oleh kualitas mekanik yang buruk, serta perilaku ikatan antarmuka yang lemah antara agregat cangkang cangkang (MSA) dan mortar. Untuk meningkatkan karakteristik mekanik MSAC dengan rasio penempatan MSA 30%.

E. Kerang Tiram

- **Sifat Fisik**

Cangkang tiram memiliki warna merah kecokelatan tua, yang merupakan rona alaminya, dan dihiasi lapisan lumut yang halus. Pertumbuhan kerang dalam kondisi optimal dan sehat ditandai dengan perkembangbiakan cangkangnya yang cepat dan melekatnya benang byssus yang kuat pada substrat yang kokoh (Hamzah dan Nababan, 2009).

- **Sifat Mekanik**

Studi kimia dan mikrostruktur menunjukkan bahwa cangkang tiram sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat dengan sedikit pengotor. Analisis perbandingan uji kuat tekan dilakukan terhadap benda uji mortar tanah dengan proporsi semen, air, pasir, dan cangkang tiram yang berbeda dibandingkan dengan mortar semen konvensional. Hingga 40% dosis cangkang tiram sebagai pengganti pasir tidak menghasilkan penurunan kuat tekan yang berarti. Temuan eksperimental menunjukkan bahwa cangkang tiram dapat berfungsi sebagai alternatif pengganti pasir yang layak dan efisien, menyediakan sumber bahan berkapur yang murni dan berlimpah. Hal ini menyoroti kemungkinan pemanfaatan cangkang tiram sebagai bahan konstruksi yang dapat digunakan kembali.

F. Kerang Simping

- **Sifat Fisik**

Cangkangnya berbentuk datar, dengan cembung kecil di tengahnya, dan terdiri dari dua cangkang berukuran sama. Berbeda dengan kelompok Pectinidae lainnya, kerang simping memiliki cangkang yang besar dan simetris. Cangkang atas berwarna merah jambu kecoklatan, sedangkan cangkang bawah berwarna putih. Permukaan bagian dalam cangkang dihiasi dengan gerigi radial di sepanjang tepinya.

- **Sifat Mekanik**

Cangkang simping mempunyai kekakuan dan menambah komposisi aspal pada campuran campuran panas. Selain meningkatkan kualitas jalan, cangkang ini menawarkan manfaat tambahan dalam meminimalkan biaya konstruksi dan mengatasi permasalahan limbah lingkungan. Dengan menggunakan cangkang simping sebagai pengganti pengisi atau agregat halus, kombinasi hotmix menunjukkan peningkatan ketahanan terhadap lelah, peningkatan kerentanan terhadap kelembapan, dan ketahanan yang lebih besar terhadap deformasi permanen.

G. Kerang hijau (*Perna viridis*)

- **Sifat Fisik**

Kaki pelecypoda rata ke samping dan melebar seperti kapak kecil, memberikan bentuk khas pada bagian tubuh. Organisme ini memiliki sepasang cangkang ramping dan simetris yang mampu dibuka dan ditutup. Selain itu, ia memiliki umbo menonjol yang melengkung ke arah depan. Sendinya ramping dan mencakup beberapa gigi kecil. Otot adduktor di daerah anterior berukuran kecil, bahkan mungkin dapat diabaikan (ABBOT, 1974). BARNES (1974) mendeskripsikan cangkang *Perna viridis* berbentuk oval-segitiga, dengan garis perkembangan berbeda pada cangkang terluar. *Perna viridis* dewasa mempunyai byssus yang kuat untuk melekat. Di Indonesia, kerang hijau (*P. viridis*) disebut dengan beberapa nama daerah, seperti “kemudi kapal” di daerah Riau dan “kedaung” di Banten. Istilah “siput sudu” digunakan di Malaysia, “tahong” di Filipina, “hoimong poo” di

Thailand, dan “tam cay” atau “chay luan” di Singapura (KASTORO, 1982).

- **Sifat Mekanik**

Pemanfaatan cangkang kerang hijau bekas untuk memenuhi peraturan bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap semen sebagai komponen utama dalam pembuatan paving block, dengan tujuan akhir untuk mengurangi biaya pembuatan paving block

2.2 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan konstruksi yang diperkeras pada suatu jalan yang mempunyai sifat-sifat tertentu seperti ketebalan, kekuatan, kekakuan, dan stabilitas. Tujuannya adalah untuk menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar di bawahnya dengan aman. Perkerasan jalan merupakan lapisan material yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan. Tujuannya adalah untuk mendukung infrastruktur transportasi dan mencegah kerusakan besar seiring berjalannya waktu. Silvia Sukirman, pada tahun 2003.

2.2.1 Jenis-jenis perkerasan jalan

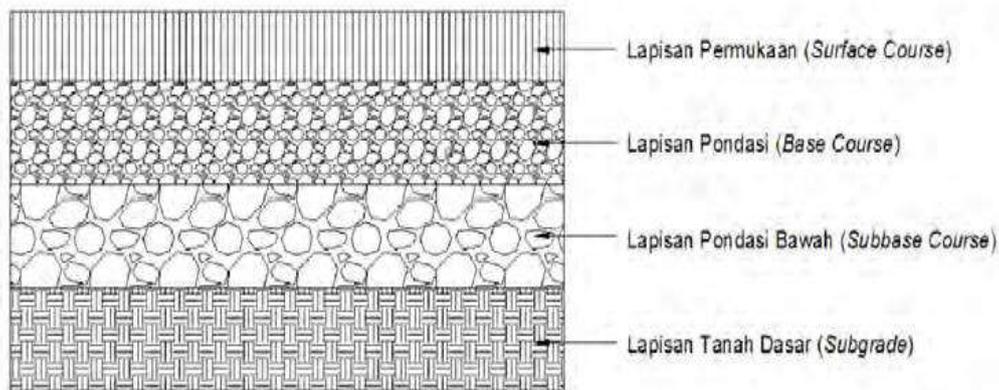
Lapisan konstruksi perkerasan yang biasa digunakan di Indonesia secara umum menurut Sukiman (1999) terdiri atas:

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapisan pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapisan tanah bawah (*subgrade*)

Saat ini, perkerasan jalan umumnya terdiri dari tiga jenis: perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Biasanya perkerasan jalan ini terdiri dari beberapa lapisan, antara lain:

2.2.2 Perkerasan Aspal (*Flexible Pavement*)

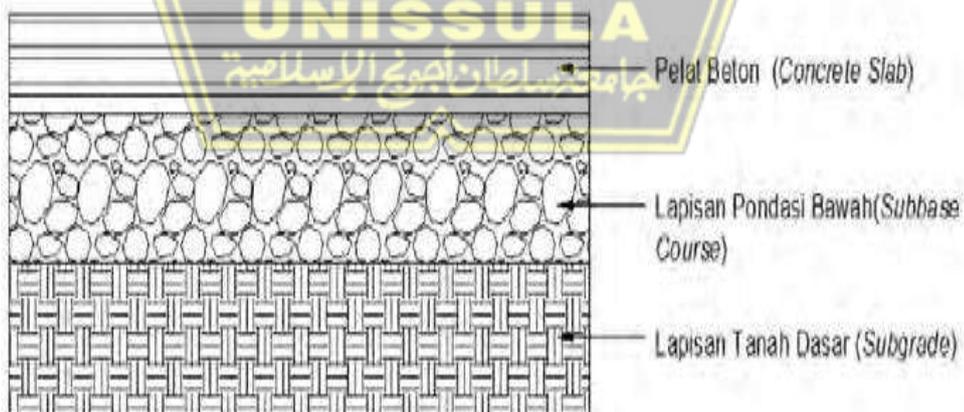
Perkerasan lentur mengacu pada jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan perkerasan tersebut menahan dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



Gambar 2.8 Struktur Perkerasan Lentur Anas (2004)

2.2.3 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

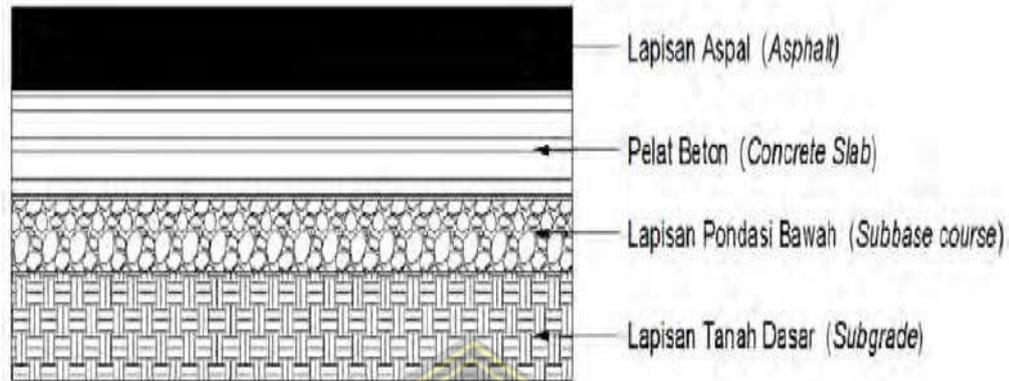
Perkerasan kaku mengacu pada perkerasan yang menggunakan semen Portland sebagai elemen pengikatnya. Pelat beton bertulang atau tidak bertulang ditempatkan pada tanah dasar, dengan atau tanpa lapisan sub-basement. Pelat beton memikul sebagian besar beban lalu lintas. Perkerasan kaku, menurut definisi Departemen Pekerjaan Umum, adalah metode konstruksi yang menggunakan pelat beton sebagai lapisan atasnya. Pelat ini ditempatkan baik di atas pondasi atau langsung di atas tanah dasar atau alas pondasi.



Gambar 2.9 Struktur Perkerasan kaku Anas (2004)

2.2.4 Perkerasan Komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.



Gambar 2.10 Struktur Perkerasan Komposit Anas (2004)

2.2.5 Perkerasan Paving Block (*Block Pavement*)

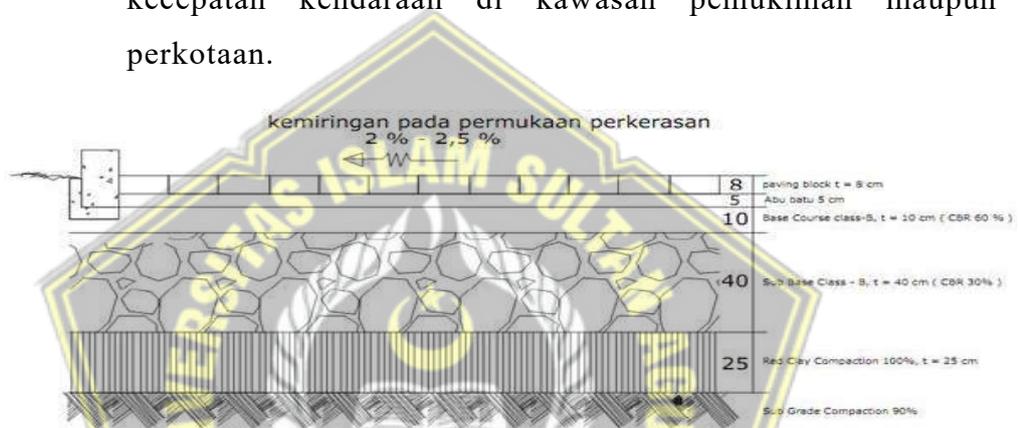
Pavers adalah bahan konstruksi yang terdiri dari campuran semen Portland atau perekat hidrolis lainnya, air, dan agregat, tanpa bahan tambahan lain yang dapat menurunkan kualitas beton. Paving block merupakan bahan konstruksi yang dibuat melalui kombinasi semen, pasir, dan air, yang memiliki karakteristik mirip dengan mortar. Mortar adalah bahan konstruksi yang dibuat dengan mencampurkan agregat halus, seperti pasir, dengan bahan pengikat dan air.

Perkerasan paving block mempunyai nilai visual yang patut diapresiasi. Hal ini dapat diilustrasikan dengan mengubah bentuk paving block. Paving block memiliki daya tarik estetis yang melekat, bahkan dalam keadaan alami dan tidak berwarna. Oleh karena itu, batu paving juga cocok digunakan sebagai lantai pada ruang luar yang berdekatan dengan bangunan.

Material paving block memberikan banyak manfaat, seperti:

1. Karena kemudahan penerapannya, teknologi ini menawarkan prospek kerja yang luas kepada masyarakat.
2. Perawatan sederhana.

3. Jika terjadi kerusakan, perbaikan tidak memerlukan sumber daya tambahan, karena paving block merupakan bahan yang dapat digunakan kembali dan dapat dibongkar dan digunakan kembali. Sebaliknya, kelemahan dari paving brick antara lain:
4. Permukaan jalan mungkin tidak rata jika alasnya tidak kokoh, dan lengkungannya dirancang untuk memberikan pengendalian yang mulus bagi kendaraan yang bergerak cepat.
5. Perkerasan paving block sangat ideal untuk mengatur kecepatan kendaraan di kawasan pemukiman maupun perkotaan.



Gambar 2.11 Perkerasan Jalan Paving Block DwiPutro (2022)

2.3 Paving Block

Paving block merupakan Bahan bangunan yang bersifat semen digunakan sebagai pengganti penutup atau pemadatan tanah. Paving block, atau disebut juga balok beton atau balok kerucut, adalah salah satu jenis bahan konstruksi.

Menurut SNI 03-0691-1996, paving block (bata beton) dibentuk dengan menggabungkan semen portland atau perekat hidrolik sejenis, air, dan agregat, dengan pilihan penambahan bahan lain yang tidak mengurangi mutu bata beton.

Paving block banyak dimanfaatkan sebagai bahan pelapis dan pemadatan tanah. Mereka melayani berbagai tugas, mulai dari kebutuhan dasar hingga aplikasi khusus. Paving block berfungsi untuk memperkuat dan meningkatkan ketahanan trotoar jalan di perkotaan, serta pengerasan jalan di dalam kompleks perumahan atau kawasan pemukiman. Mereka juga berkontribusi pada peningkatan estetika taman, pekarangan, area parkir, ruang perkantoran, industri dan halaman sekolah,

selain penerapannya di area hotel dan restoran. Paving block cocok digunakan di kawasan khusus, termasuk pelabuhan peti kemas, bandara, terminal bus, dan stasiun kereta api. Paving block banyak digunakan di Indonesia. Misalnya, batu paving yang biasa digunakan untuk membangun jalan setapak dan alun-alun di ibu kota provinsi atau kabupaten.

Paving block mempunyai perbedaan yang lebih besar dalam hal bentuk, ukuran, warna, pola, kekasaran permukaan, dan kekuatan dibandingkan dengan alternatif penutup permukaan tanah lainnya.

Menurut SNI 03-0691-1996, pengkategorian paving block (bata beton) didasarkan pada kelas pemakaiannya, yang diklasifikasikan sebagai berikut :

Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan.

Bata beton mutu B : digunakan untuk pelataran parkir.

Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki.

Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya.

Paving block yang dibuat secara manual biasanya masuk dalam kategori mutu beton D atau C, yang cocok untuk keperluan non-struktural seperti taman dan area lain yang tidak perlu memikul beban yang signifikan. Paving block yang dihasilkan dengan mesin press dapat digolongkan kelas C sampai A ditinjau dari mutu betonnya, dengan kuat tekan melebihi 125 kg/cm². Klasifikasi ini bergantung pada proporsi komponen yang digunakan dalam campuran. (Penulis tidak dikenal, 2005).

Keuntungan penggunaan paving block antara lain :

1. Sinar matahari memiliki reflektansi yang relatif rendah.
2. Ketahanan terhadap tekanan atau beban cukup memuaskan.
3. Menunjukkan daya tahan tinggi dan ketahanan terhadap pelepasan.
4. Instalasinya mudah.
5. Teknik pencetakan ramah lingkungan/tidak menimbulkan polusi.
6. Biaya akhir pasca pemasangan sangat terjangkau karena tidak adanya mortar semen. Kecuali bagian terluar dari pemasangan.
7. Perawatannya mudah, jika terjadi kerusakan.

Penyerapan air hujan sangat efisien karena cara pemasangannya yang menghindari penggunaan lem atau mortar semen dengan menempatkannya berdekatan satu sama lain.

2.3.1 Bahan Penyusun Paving Block

Perkerasan paving block terdiri dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, air, dan agregat. Materi tambahan mungkin disertakan atau tidak.

1. Semen

Semen merupakan suatu zat yang berfungsi sebagai bahan pengikat agregat. Bila dicampur dengan air akan berbentuk pasta (Amriansyah Nasution 2009:5). Semen adalah bahan komposit yang mengalami reaksi kimia jika bersentuhan dengan air. Agregat memiliki dampak terbatas pada reaksi kimia, namun berfungsi sebagai pengisi anorganik yang meminimalkan perubahan volume beton setelah pencampuran dan meningkatkan daya tahan produk akhir.

2. Air

Dalam proses pembuatan beton, air diperlukan untuk memperlancar reaksi kimia semen, meredam agregat, dan menjamin kenyamanan selama melakukan tugas-tugas yang berhubungan dengan beton. Biasanya, air minum dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton. Adanya zat berbahaya di dalam air disebabkan oleh kontaminasi garam, gula, minyak, atau senyawa kimia lainnya. Bila digunakan dalam campuran beton, hal ini akan mengurangi kualitas beton dan berpotensi mengubah karakteristik beton yang dihasilkan.

3. Menggabungkan atau menggabungkan menjadi satu kesatuan atau keseluruhan.

Agregat adalah jenis bahan granular, seperti pasir, batu pecah, kerikil, atau terak besi, yang dipadukan dengan media pengikat untuk membuat beton atau mortar semen hidrolik. Informasi tersebut terlampir dalam dokumen SK.SNI T15199103

2.3.2 Type (Bentuk) *Paving Block*

Bentuk paver dapat dibagi menjadi tiga kategori:

1. Kategori A (Empat Rusak)

Kategori A (Empat Penyok) mengacu pada tipe yang memiliki gigi di sisinya. “Empat sudut ikatan itu terhubung secara rumit.” Contoh yang termasuk dalam kategori A antara lain Anchorlock, Uniespave, dan Grasspave. Jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi jalan raya. Hal ini memungkinkan terbentuknya interlock geometris antara sisi-sisi blok yang berdekatan.

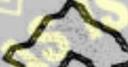
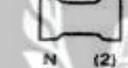
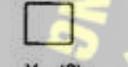
2. Kategori B (Dua Rusak)

Kategori B (Dua Penyok) terdiri dari dua varian yang berfungsi sebagai pengunci memanjang. Tipe ini digunakan untuk peralatan parkir pada permukaan beraspal.

3. Kategori C (Tidak Rusak)

Paving block Kategori C yang tidak penyok tidak mempunyai kemampuan untuk saling bertautan satu sama lain. Kemanjuran penguncian bergantung pada dimensi yang akurat dan homogenitas yang konsisten dari paving block. Kategori ini terdiri dari dua varietas yang biasa digunakan yang dirancang khusus untuk perkerasan jalan. Twinpave dan Quadpave adalah dua jenis teknik pengerasan jalan.

Bentuk paving block dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10 berikut ini:

CATEGORY A	 A (1)	 B (1)	 C (1)	 D (1)	 E (1)	 F (1)
CATEGORY B	 G (2)	 H (2)	 I (2)	 J (2)	 K (2)	 L (2)
	 M (2)	 N (2)	 O (2)	 P (2)	 Q (2)	 R (1)
CATEGORY C	 S (2)	 T (2)	 U (1)	 V (2)		
NOTES	(1) Suitable for a variety of bonds including herringbone		(2) Suitable only for stretcher bond		Blocks known to have had load-distribution studies or traffic tests	

Gambar 2.12 Bentuk *Paving Block* (SNI 03-0691-1996 Tsani, (2019))

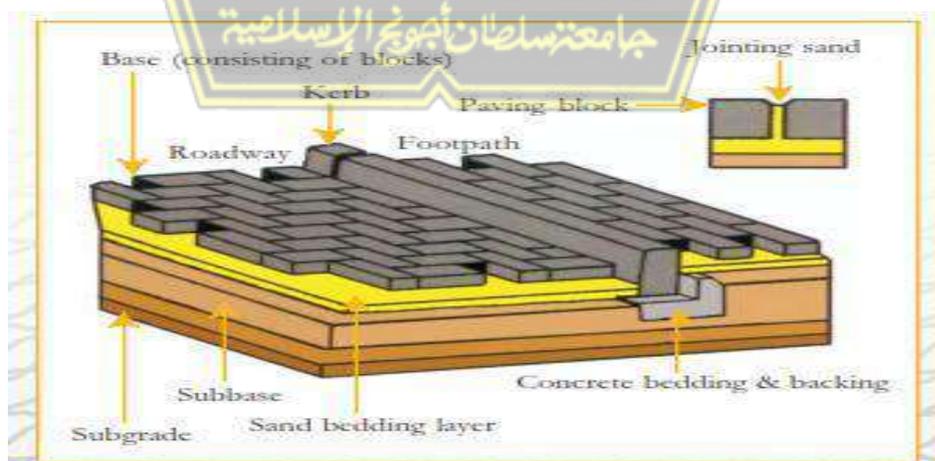
PAVING BLOCK (REGULER TYPE)



Gambar 2.13 Bentuk *Paving Block* (Tsani, (2019))

2.3.3 Lapisan Perkerasan *Paving Block*

Perkerasan paving block terdiri dari lima lapisan, yaitu: batako, pasir alas, lapis pondasi bawah, dan tanah dasar. Dan menggunakan pasir penyambung untuk mengunci blok trotoar. Batu paving beroperasi dengan prinsip yang sama seperti perkerasan fleksibel, dimana beban didistribusikan secara merata ke berbagai tingkat, memungkinkan terjadinya perpindahan tekanan secara vertikal dari perkerasan ke lapisan pondasi dan lapisan tanah di bawahnya. Gambar 2.14 di bawah menampilkan lapisan gipsum;



Gambar 2.14 Lapisan Perkerasan *Paving Block* (Tsani, (2019))

A. Lapisan Tanah Dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang berfungsi sebagai pondasi lapisan perkerasan dan memberikan daya dukung bagi perkembangan perkerasan jalan di atasnya. Sesuai Spesifikasi, tanah dasar mengacu pada lapisan paling atas tanggul jalan dengan tebal 30 cm. Hal ini mempunyai kriteria tertentu berdasarkan peruntukannya, khususnya dalam hal kepadatan dan daya dukung (CBR).

B. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di atas lapisan tanah dasar dan di bawah lapisan pondasi atas.

Tujuan utama dari lapisan pondasi bawah ini adalah untuk :

1. Tujuan konstruksi perkerasan jalan adalah untuk mendistribusikan berat roda secara merata ke tanah dasar.
2. Penerapan lapisan impregnasi untuk mencegah penumpukan airtanah pada pondasi.
3. Menerapkan lapisan penghalang untuk menghambat migrasi partikel halus ke atas dari tanah dasar ke lapisan pondasi atas.

C. Lapisan Pondasi Atas (*base course*)

Lapisan pondasi paling atas disebut lapisan perkerasan, terletak di antara lapisan bawah dasar dan lapisan permukaan.

Tujuan utama dari lapisan pondasi ini adalah untuk:

1. Jenis permukaan jalan yang mampu menahan gaya samping yang ditimbulkan oleh roda kendaraan dan memindahkan gaya tersebut ke lapisan di bawahnya.
2. Memberikan perlindungan dari lapisan terluar.

D. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan.

Lapisan permukaan ini berfungsi sebagai :

1. Substrat yang secara langsung menahan beban roda kendaraan.
2. Lapisan keausan merupakan lapisan pelindung yang khusus menangkal efek gesekan akibat rem mobil.

3. Lapisan kedap air yang mencegah air hujan menyusup ke lapisan di bawahnya dan mengganggu integritas strukturalnya.
4. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan di bawahnya

2.3.4 Ketebalan *Paving Block*

Biasanya paving block yang tersedia di pasaran memiliki ketebalan yang bervariasi, yaitu 60 mm, 80 mm, dan 100 mm. Paving block memiliki berbagai kegunaan berdasarkan ketebalannya dan disesuaikan untuk memenuhi persyaratan berikut:

1. Paving block ini, dengan ketebalan 60 mm, cocok untuk beban lalu lintas ringan yang melibatkan sejumlah pejalan kaki dan kendaraan sesekali.
2. Paving block dengan ketebalan 80 mm ini dirancang untuk mampu menahan beban lalu lintas sedang yang jarang terjadi, seperti mobil pick-up, truk, dan bus.
3. Paving block dengan ketebalan 100 mm cocok untuk lalu lintas tugas berat, termasuk loader, crane, dan alat berat lainnya. Paver dengan ketebalan 100 mm umumnya digunakan di kawasan industri dan pelabuhan.

Penggolongan paving block di atas tidak bergantung pada dimensi, karena terdapat beberapa variasi bentuk paving block. Dimensi paving block berbentuk persegi panjang berkisar antara 105 mm x 210 mm. (Hackel, 1980 dalam Artiyani 2010) menemukan bahwa dimensi block tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tampilan visualnya ketika digunakan sebagai perkerasan lalu lintas.

Tabel 2.1 Tingkat ketebalan *paving block*

Produk	Dimensi	Tebal
Conbloc.6	20 x 10 cm	6 cm
Conbloc.8	20 x 10 cm	8 cm
Conbloc.10	20 x 10 cm	10 cm



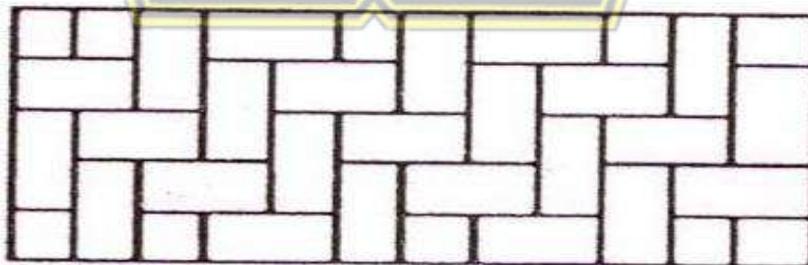
Gambar 2.15 Ketebalan *paving block* (Adhietya, 2018)

2.3.5 Pola Penyusunan (*Paving Block*)

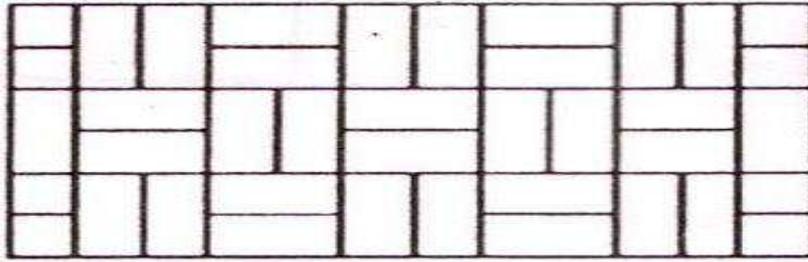
Pola pemasangan harus diubah sesuai dengan tujuan yang dimaksudkan. Pola yang sering digunakan antara lain susunan batu bata secara bertumpuk (*strecher*), anyaman anyaman (*basket weave*), dan konfigurasi menyerupai tulang ikan (*herringbone*). Pola tulang ikan merupakan pilihan yang disukai untuk perkerasan jalan karena sifat *interlocking*-nya yang sangat baik. Selama prosedur pemasangan, *paving block* harus memiliki tepi yang berbeda, dan tepi tersebut biasanya disembunyikan oleh pasak seperti topi uskup.



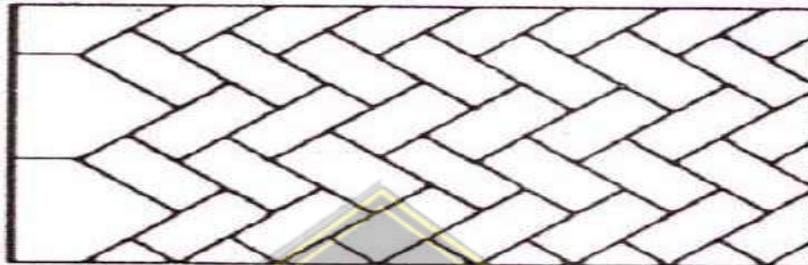
Gambar 2.16 Pola Susun Bata penguncian Paling Rendah



Gambar 2.17 Pola Anyam Tikar penguncian sedang



Gambar 2.18 Pola Tulang Ikan 90° Penguncian Paling Baik



Gambar 2.19 Tulang Ikan 45° Penguncian Paling Baik

2.3.6 Kelebihan Dan Kekurangan (*Paving Block*)

A. *Paving block* mempunyai beberapa kelebihan diantaranya yaitu :

1. Instalasi dan pemeliharaan sederhana

Pemasangan paving block efisien dan cepat karena ukurannya yang konsisten dan kemampuan beradaptasi terhadap kebutuhan spesifik. Selain itu, merawat blok perkerasan jalan cukup mudah dan memerlukan pembersihan rutin untuk menjaga kebersihan dan daya tarik estetika.

2. Variasi bentuknya sangat banyak.

Paving block memiliki beragam bentuk, memungkinkan terciptanya pola atau desain yang menawan dan khas.

3. Biaya terjangkau

Biayanya biasanya lebih ramah anggaran dibandingkan dengan menggunakan aspal atau perkerasan beton, sehingga menjadikannya pilihan yang hemat biaya.

4. Ramah lingkungan

Berkat penyerapan airnya yang efisien, ini dapat membantu mengurangi genangan air.

B. *Paving block* mempunyai beberapa kekurangan diantaranya yaitu :

1. Garis Besar Bergelombang

Jalan protokol atau jalan raya biasanya mengakomodasi lalu lintas kendaraan besar dengan kecepatan tinggi sehingga memerlukan permukaan jalan yang mulus. Sebaliknya, jalan yang dibangun dengan batu paving cenderung memiliki permukaan yang lebih kasar sehingga tidak cocok untuk jalan besar atau jalan raya.

2. Tata letak yang sederhana dan fleksibel

Susunan paving block bisa menjadi tidak stabil jika Standar Operasional Prosedur (SOP) yang tepat tidak dipatuhi selama pemasangan. Jika penggabungan model yang satu dengan model yang lain tidak tepat, maka konfigurasinya akan menjadi asimetris dan tidak stabil.

Prosedur operasi standar (SOP) yang penting untuk pemasangan paving block adalah memastikan struktur tanah rata dan padat. Memanfaatkan stamper katak untuk memadatkan tanah. Alat ini merupakan kebutuhan penting yang harus ada. Oleh karena itu, pemasangan paving block memerlukan keahlian tenaga profesional yang terampil agar dapat mencapai hasil yang optimal.

2.4 Syarat Mutu *Paving Block* Untuk Perkerasan Jalan

Berikut ini merupakan klasifikasi dan syarat mutu *paving block* menurut SNI 03.0691.1996.

A. Klasifikasi

1. Mutu A untuk jalan
2. Mutu B untuk peralatan parkir
3. Mutu C untuk jalan kaki
4. Mutu D untuk taman dan penggunaan lain

B. Syarat mutu

1. Sifat tampak

Batu bata beton harus memiliki permukaan yang halus dan seragam, bebas dari retakan atau ketidaksempurnaan, dengan rusuk dan sudut yang tahan terhadap kerusakan bila terkena tekanan manual.

2. Ukuran

Bata beton harus memiliki dimensi tebal min. 60 mm dengan toleransi 8%.

3. Sifat fisika

Bata beton memiliki ciri fisik seperti pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Sifat-sifat fisika bata beton

Mutu	Kuat tekan (Mpa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber: SNI 03-0691-1996

4. Ketahanan beton terhadap natrium sulfat. Batu bata beton, jika dilakukan metode pengujian yang sama seperti yang dijelaskan pada angka
5. harus dalam kondisi memuaskan, bebas dari deformasi, dan tidak mengalami penurunan berat melebihi 1%.

2.4.1 Daya Serap Air Paving Block

Penyerapan air, sering disebut penyerapan, mengacu pada proporsi berat air yang dapat diserap suatu zat ketika terendam dalam air. Pengujian daya serap air mengacu pada standar SNI 03-0691-1996.

Nuhun (2019) menyatakan bahwa uji serapan air dilakukan pada paving block yang berumur 28 hari untuk mengetahui proporsi air yang diserap oleh paving block. Untuk melakukan percobaan, paving block direndam dalam air selama 24 jam. Selanjutnya keringkan balok pada suhu 105°C dan ukur beratnya sebanyak dua kali. Pastikan perbedaan berat akhir tidak melebihi 0,2%. Nilai serapan ditentukan dengan cara mengurangkan berat paving block kering dengan berat paving block basah, membagi hasilnya dengan berat paving block kering, kemudian dikalikan 100% dengan rumus sebagai berikut:

$$absorpsi = \frac{M_b - M_k}{M_k} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan :

$M_b = \text{Mass paving block kondisi basah (g)}$

$M_k = \text{Mass paving block kondisi kering (g)}$

2.4.2 Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan adalah jumlah tegangan per satuan luas yang akan ditahan oleh tubuh batu bulat yang menyebabkan benda uji runtuh ketika dibebani pada tekanan tertentu.

Rumus untuk menghitung kuat tekan pada *paving block* dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{P}{L} \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan :

$\sigma =$ Kuat hancur *Paving block* (kg/cm²)

$P =$ Gaya yang bekerja (kg)

$L =$ Luas penampang (cm²)

2.4.3 Kuat Lentur *Paving Block*

Kuat tekan mengacu pada beban maksimum per satuan luas yang menyebabkan benda uji runtuh karena gaya tertentu yang diterapkan oleh mesin uji kompresi. Tata cara penilaian kuat tekan *paving block* yang dituangkan dalam standar SNI-03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

1. Diambil 10 buah benda uji yang masing-masing berbentuk kubus dan bagian tepinya disesuaikan dengan dimensi alat uji.
2. Sampel uji yang telah disiapkan dikompresi menggunakan mesin pengepres yang memungkinkan kecepatan disesuaikan. Laju kompresi, mulai dari awal penerapan beban hingga benda uji hancur seluruhnya, dipertahankan antara 1 hingga 2 menit. Orientasi tekanan yang diberikan pada sampel uji selaras dengan arah tekanan beban selama pemanfaatannya.
3. Perhitungan kuat tekan ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{PL}{BD^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan :

R = Kuat lentur benda uji (MPa)

P = Beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kg)

L = Jarak bentang antara dua garis perletakan (cm)

b = Lebar tampak lintang benda uji (cm)

d = Tinggi tampak lintang benda uji (cm)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Studi ini mengeksplorasi pendekatan inovatif untuk meningkatkan produksi paving block dengan menggunakan mesin press manual. Metode ini melibatkan memasukkan pecahan cangkang ke dalam campuran dengan perbandingan yang bervariasi yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran kapasitas penyerapan air, kuat tekan, dan kuat lentur paving block berumur 28 hari. Tabel di bawah ini menampilkan jumlah sampel :

Tabel 3.1 Campuran Abu Kulit Kerang Hijau, Semen Pasir Dan Air

Variasi Campuran Abu Kulit Kerang					
Variasi Campuran Kulit Kerang	Jumlah Benda Uji	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (L)	Kulit Kerang (kg)
Variasi 1 (0%)	4	1	6	0,4	0
Variasi 2 (5%)	4	1	6	0,4	0,25
Variasi 3 (10%)	4	1	6	0,4	0,5
Variasi 4 (15%)	4	1	6	0,4	0,75
Jumlah benda uji					16 Benda uji

Tabel 3.2 Campuran Serbuk Kulit Kerang Hijau, Semen Pasir Dan Air

Variasi Campuran Serbuk Kulit Kerang					
Variasi Campuran Kulit Kerang	Jumlah Benda Uji	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (L)	Kulit Kerang (kg)
Variasi 1 (0%)	4	1	6	0,4	0
Variasi 2 (5%)	4	1	6	0,4	0,25
Variasi 3 (10%)	4	1	6	0,4	0,5
Variasi 4 (15%)	4	1	6	0,4	0,75
Jumlah benda uji					16 Benda uji

3.1.1 Bahan Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan bahan-bahan sebagai berikut :

1. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini akan bersumber dari Laboratorium Jalan Raya yang merupakan bagian dari Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.



Gambar 3.1 Air

2. Semen

Penelitian ini menggunakan semen *portland* yaitu merek semen Gresik.



Gambar 3.2 Semen *Portland*

3. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan merupakan pasir yang bersumber dari Merapi yang terletak di Jawa Tengah.



Gambar 3.3 Agregat Halus

4. Kulit kerang

Memanfaatkan cangkang kerang hijau sebagai pengganti sebagian semen dalam produksi paving block, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan bahan limbah yang kurang dimanfaatkan. Pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau sebagai bahan pengganti campuran paving block diharapkan dapat menghasilkan ikatan yang kuat sehingga dapat memperpanjang umur paving block. Selain itu, substitusi ini diharapkan dapat mengurangi penyerapan air dan meningkatkan ketahanan paving block, sehingga meningkatkan kekuatan tekannya. Selain itu, hasil penelitian ini akan mengetahui dampak limbah botol plastik kemasan air mineral dan sampah cangkang kerang hijau terhadap sifat paving block.



Gambar 3.4 Kulit kerang

3.1.1 Peralatan Penelitian

A. Ayakan Pasir

Saringan pasir digunakan untuk menyaring pasir selama produksi batu bata paver. Dengan menggunakan ukuran filter berukuran 4,75 milimeter.



Gambar 3.5. Ayakan Saringan No. 4

B. Timbangan

Timbangan tersebut digunakan untuk mengukur berat semen, pasir, dan cangkang tanah.



Gambar 3.6. Timbangan

C. Gelas Ukur

Dalam penelitian ini menggunakan gelas ukur untuk mengukur volume air agar lebih mudah untuk takaran pemberian air.



Gambar 3.7. Gelas Ukur

D. Oven

Oven digunakan untuk tujuan menguji bahan dan benda secara termal.



Gambar 3.8. Oven

E. Alat Cetak *Paving Block Press* Manual

Cetakan tersebut digunakan untuk pembuatan benda uji paving block melalui penggunaan mesin press manual. Jika digunakan bersama dengan sistem propulsi, ini menunjukkan perbedaan dengan batu paving yang dibuat dengan metode pengepresan atau manual. Selain itu alat ini dilengkapi dengan cetakan paving block.



Gambar 3.9. Alat Cetak *Paving Block Press* Manual

F. Mesin Uji Kuat Tekan

Mesin uji tekan digunakan untuk menilai potensi tekan paving block. Mesin ini mempunyai kapasitas maksimal 100 kilonewton (kN).



Gambar 3.10. Alat Uji Kuat Tekan

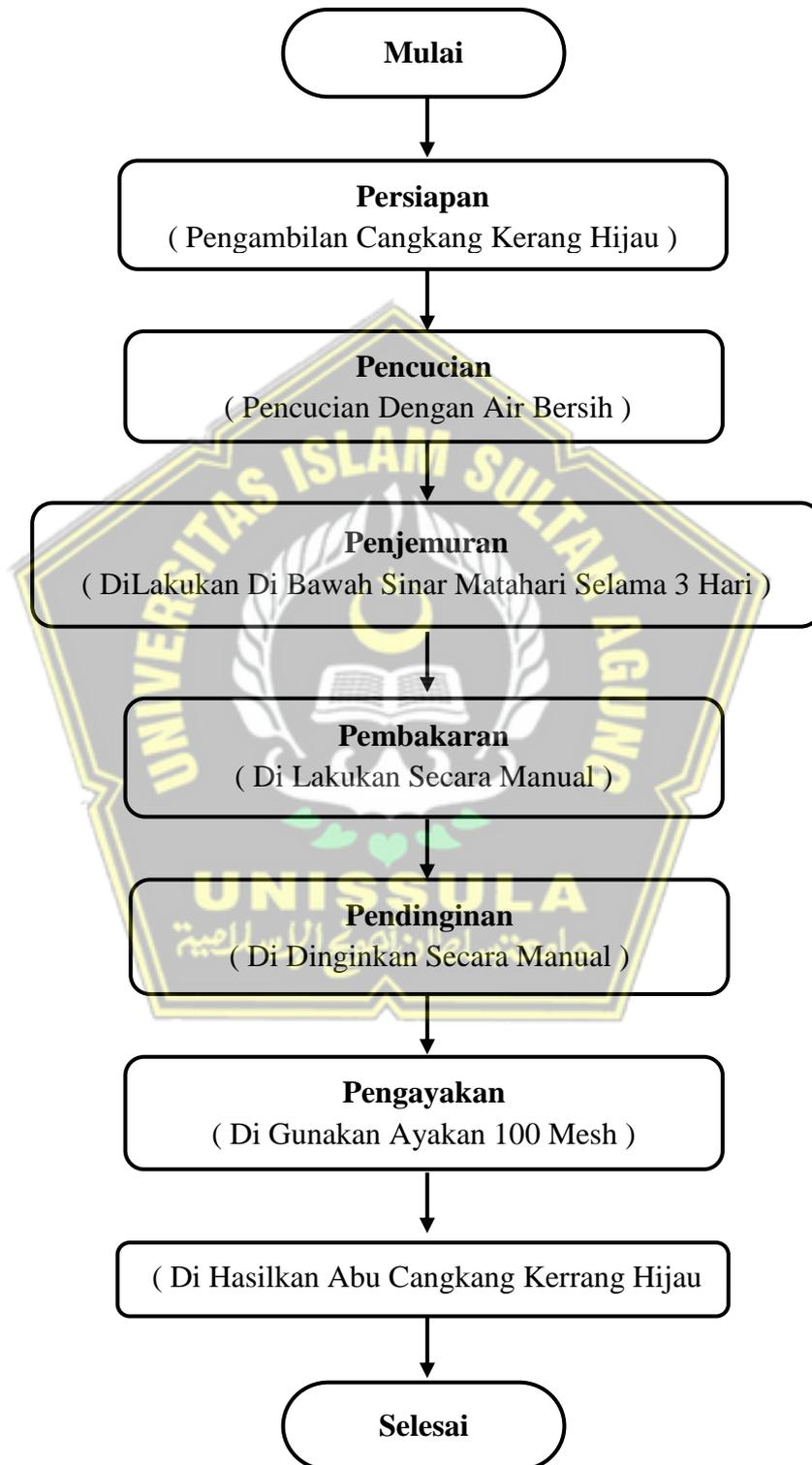
G. Alat Pendukung

Alat bantu yang digunakan antara lain penggaris, spatula, ember air, spidol, dan berbagai alat lainnya.

3.2 Bagan Alir Penelitian

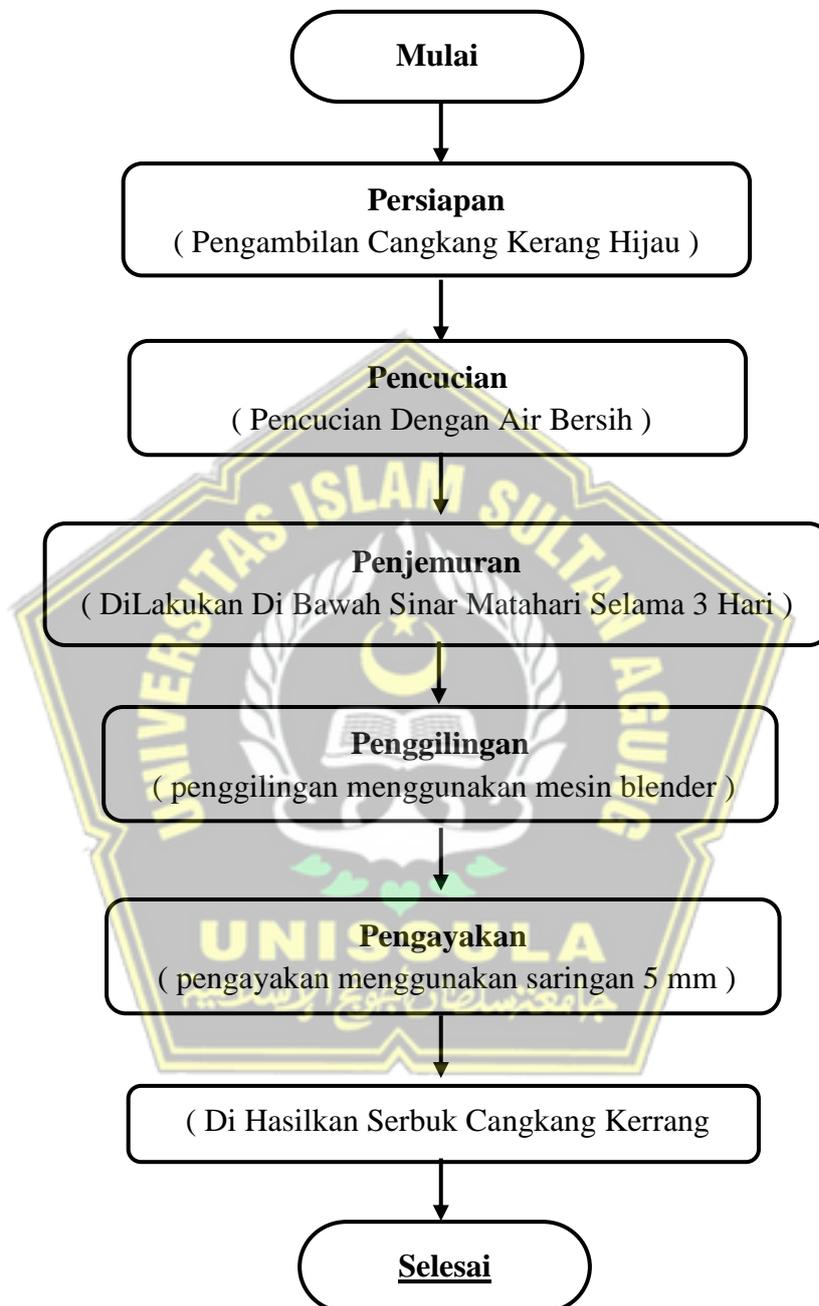
3.2.1 Tahap Pembuatan Abu Cangkang Kerang Hijau

Proses pembuatan abu cangkang kerang hijau dapat dilihat pada diagram alir terlampir:



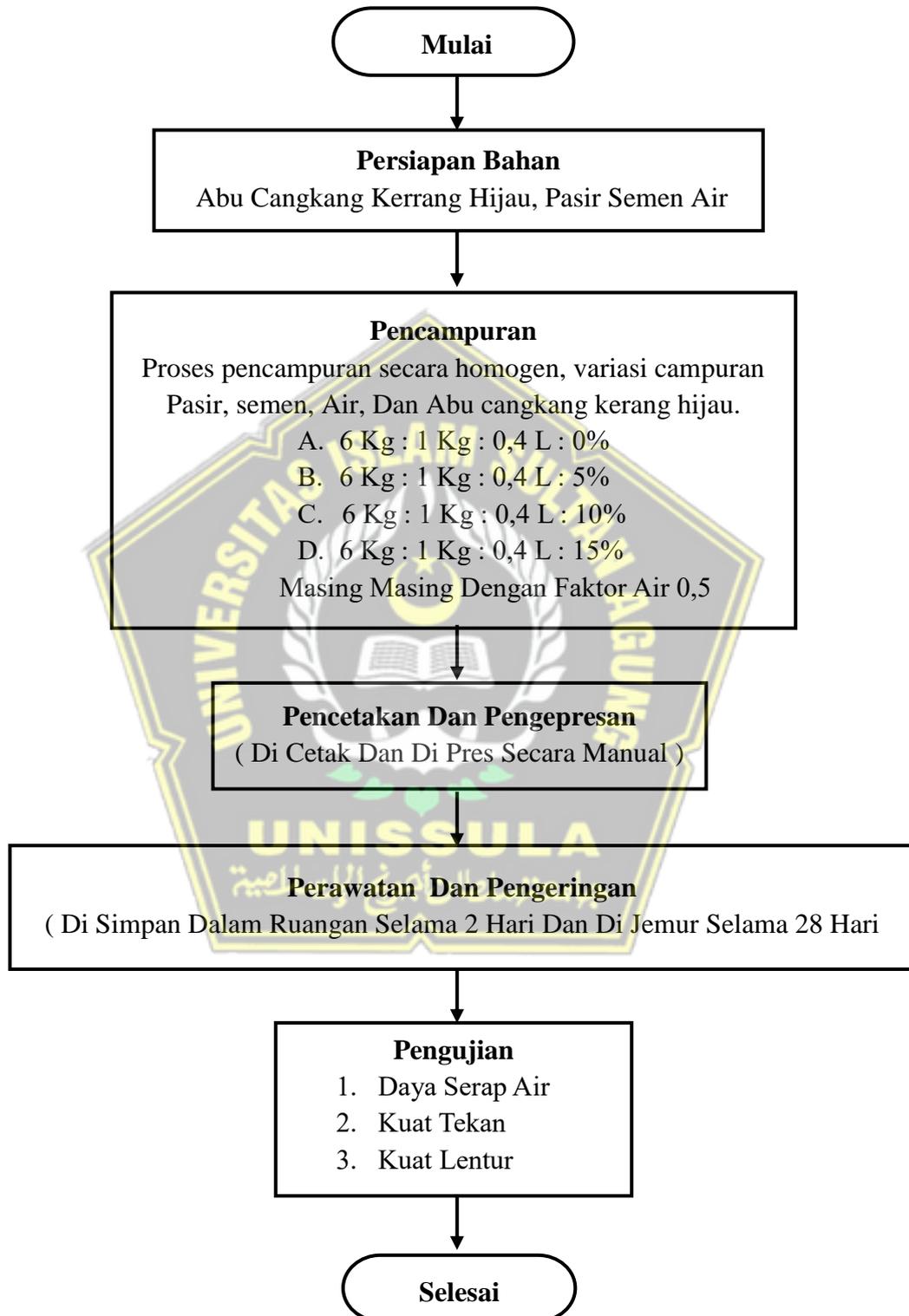
3.2.2 Tahap Pembuatan Serbuk Cangkang Kerang Hijau

Proses pembuatan abu cangkang kerang hijau digambarkan pada diagram alir berikut:



3.2.3 Tahap Pembuatan Paving Block

Proses pembuatan dan analisa paving brick diilustrasikan pada diagram alir di bawah ini:



3.3 Tahapan Penelitian

Untuk mencapai hasil yang diinginkan, perlu dilakukan penelitian secara metodis dan terorganisir. Maju dari fase pertama ke fase akhir untuk mencapai hasil yang menguntungkan.

3.3.1 Tahap I Mempersiapkan Alat dan Bahan

Pada tahap ini yang harus disiapkan adalah sebagai berikut :

1. Kumpulkan bahan-bahan yang diperlukan. Rakit peralatan yang diperlukan.
2. Atur peralatan dan perlengkapan sedemikian rupa sehingga memudahkan aksesibilitas.
3. Pastikan alat dan bahan telah disterilkan dan siap untuk segera digunakan.
4. Memahami petunjuk dan protokol penggunaan alat dan bahan.
5. Mengatur perlindungan pribadi, jika dianggap penting.

3.3.2 Tahap II Pemeriksaan Bahan dan Pengujian Kadar Air

Selama tahap pemeriksaan material, penting untuk memverifikasi dan menguji kandungan air dengan cara berikut :

1. Menilai keadaan fisik bahan, termasuk warna, aroma, dan teksturnya, untuk menentukan kesesuaiannya untuk digunakan.
2. Mengukur atau memastikan berat atau ukuran bahan-bahan untuk memastikan bahwa bahan-bahan tersebut berada dalam jumlah yang diperlukan.
3. Melakukan percobaan dasar terhadap bahan untuk menilai kesesuaiannya dengan operasi yang dimaksudkan.
4. Mengadakan bahan pengganti atau bahan tambahan bila diperlukan.

3.3.3 Tahap III Perencanaan Campuran dan Pembuatan Benda Uji

Pada tahap perencanaan yang melibatkan penggabungan blok perkerasan dengan penyertaan cangkang. Analisis perbandingan dilakukan terhadap proporsi bahan tambah dengan persentase 0%, 5%, 10%, dan 15%. Terdapat 16 sampel untuk setiap

persentasenya.

3.3.4 Tahap IV Pengujian Benda Uji

Mengikuti kemajuan dalam fabrikasi benda uji, serangkaian pengujian dilakukan untuk menilai kapasitas penyerapan air, kuat tekan, dan kuat lentur.

3.3.5 Tahap V Analisis dan Pembahasan

Langkah ini meliputi pemeriksaan dan interpretasi data, yang mencakup penyajian temuan penelitian dan pembahasan selanjutnya, yang mengarah pada penarikan berbagai kesimpulan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan sumber data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan dari percobaan pengukuran kapasitas penyerapan air, kuat tekan, dan kuat lentur benda uji yaitu paving block. Data sekunder mencakup bahan pelengkap yang berasal dari sumber ilmiah resmi, seperti jurnal, literatur, dan buku terkait penelitian, yang memperkuat data primer.

3.4.1 Pembuatan Abu Cangkang Kerang Hijau

Adapun proses pembuatan abu cangkang kerang Hijau adalah:

1. Menyediakan cangkang kerang hijau yang dibuang
2. Lakukan prosedur menghilangkan kotoran dari cangkang.
3. Lakukan prosedur penjemuran cangkang kerang segar dan bersih selama 3 hari.
4. Selanjutnya cangkang hijau dibakar secara manual dengan menggunakan wadah yang bagian dasarnya berlubang-lubang. Setelah berubah menjadi abu, dimasukkan ke dalam wadah dan dibiarkan dingin secara mandiri.
5. Selanjutnya saring abu cangkang kerang hijau menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh.

3.4.2 Pembuatan Serbuk Cangkang Kerang Hijau

Adapun proses pembuatan abu cangkang kerang Hijau adalah:

1. Menyediakan cangkang kerang hijau yang dibuang
2. Lakukan prosedur menghilangkan kotoran dari cangkang.
3. Lakukan prosedur penjemuran cangkang kerang hijau segar selama 3 hari.
4. Lanjutkan menghaluskan cangkang kerang hijau menggunakan blender.
5. Selanjutnya saring bubuk cangkang kerang kepah menggunakan ayakan 5 mm.

3.4.3 Metode Daya Serap Air *Paving Block*

Adapun tahapan karakterisasi daya serap air adalah sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji yang diperlukan, wadah perendaman, dan air secukupnya.
2. Tentukan berat benda uji setelah benar-benar kering dan dokumentasikan temuannya.
3. Rendam benda uji dalam wadah perendaman bersama air, dan biarkan terendam selama 24 jam.

3.4.4 Metode Kuat Tekan *Paving Block*

Adapun tahapan karakterisasi mekanis kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Kumpulkan benda uji paving block untuk pengujian.
2. Mendapatkan hasil pengukuran panjang, lebar, dan tinggi untuk setiap sampel yang akan menjalani pengujian kuat tekan.
3. Letakkan benda uji di atas alat uji kuat tekan yang disebut dengan tensilon.
4. Aktifkan tombol power dan pantau secara hati-hati indikator beban sambil memberikan gaya ke bawah (F) secara bertahap hingga paving block benar-benar hancur.
5. Dokumentasikan angka beban tekan tertinggi yang tercatat pada komputer.
6. Lakukan aktivitas lagi. Melakukan pengujian terhadap berbagai sampel komposisi dengan menggunakan kode sampel 3 sampai 6.

3.4.5 Metode Kuat Lentur *Paving Block*

Adapun tahapan karakterisasi mekanis kuat lentur adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan dan mengatur benda uji.
2. Mendapatkan hasil pengukuran panjang, lebar, dan tinggi setiap sampel

yang akan menjalani pengujian kuat lentur.

3. Menentukan dan mendokumentasikan berat setiap benda uji.
4. Letakkan benda uji yang berukuran 6x6x6 cm³ di atas alat uji kuat lentur yang khusus disebut tensilon.
5. Aktifkan tombol power dan pantau data komputer dengan cermat sambil menambahkan beban tekan (F) secara bertahap pada titik pembebanan hingga benda uji patah.
6. Dokumentasikan angka beban tekan tertinggi yang tercatat pada komputer.
7. Lakukan aktivitas lagi. Melakukan pengujian terhadap berbagai sampel komposisi dengan menggunakan kode sampel 3-6.



BAB IV

ANALISIS DAN HASIL

4.1 Umum

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, keduanya berlokasi di Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kuat tekan dan daya serap air pada paving block melalui penggabungan potongan cangkang kerang hijau. Mengingat kendala-kendala ini, kuat tekan dan kapasitas penyerapan air paving block dinilai setelah 17 hari.

4.2 Rencana Kebutuhan Bahan Penyusun *Paving Block*

Penelitian ini memanfaatkan perbandingan komposisi 1 bagian semen dengan 6 bagian pasir untuk membuat benda uji paving block. Komponen tambahan berupa pecahan cangkang dan abu cangkang hijau, dengan proporsi yang bervariasi yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Tabel 4.1 menampilkan rencana yang menguraikan kebutuhan pasokan paving block.

Tabel 4.1 Campuran Abu Kulit Kerang Hijau, Semen, Pasir, Dan Air.

Variasi Campuran Abu Kulit Kerang					
Variasi Campuran Abu Kulit Kerang	Jumlah Benda Uji	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (L)	Abu Kerang (kg)
Variasi A1 (0%)	4	1,5	9	0,6	0
Variasi A2 (5%)	4	1,5	9	0,6	0,375
Variasi A3 (10%)	4	1,5	9	0,6	0,75
Variasi A4 (15%)	4	1,5	9	0,6	1,125
Jumlah benda uji					16 Benda uji

Tabel 4.2 Campuran Pecahan Kulit Kerang Hijau, Semen, Pasir, Dan Air.

Variasi Campuran Abu Kulit Kerang					
Variasi Campuran Pecahan Kulit Kerang	Jumlah Benda Uji	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (L)	Kulit Kerang (kg)
Variasi A1 (0%)	4	1,5	9	0,6	0
Variasi A2 (5%)	4	1,5	9	0,6	0,375
Variasi A3 (10%)	4	1,5	9	0,6	0,75
Variasi A4 (15%)	4	1,5	9	0,6	1,125
Jumlah benda uji					16 Benda uji

4.3 Hasil Pengujian Kadar Air *Paving Block*

Dalam penelitian ini, peneliti menguji kandungan air dengan menggunakan perbandingan 1 bagian berat berbanding 6 bagian volume, sambil memvariasikan jumlah kandungan air. Di bawah ini adalah hasil pengujian kadar air paving block.

1. Percobaan pertama dengan tambahan air 200 ml



Gambar 4.1 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 200 ml

Berdasarkan hasil penelitian kadar air dengan perbandingan 1 bagian semen dengan 6 bagian pasir, diperoleh pengamatan sebagai berikut: bila ditambahkan air sebanyak 200 ml, campuran yang dihasilkan membentuk bola yang kurang padat jika dipegang dengan tangan. Selain itu, ketika campuran tersebut dijatuhkan dari ketinggian sekitar 1 meter, campuran tersebut berceceran banyak. Selanjutnya bila diukur dengan penggaris, jarak terjauh campuran yang terciprat adalah 40 cm.

2. Percobaan pertama dengan tambahan air 300 ml



Gambar 4.2 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 300 ml

Berdasarkan hasil penelitian kadar air yang dilakukan dengan perbandingan 1 bagian semen dengan 6 bagian pasir, diperoleh hasil bahwa bila menggunakan kadar air 300 ml, campuran yang dihasilkan memiliki massa jenis yang rendah ketika dibentuk menjadi bola. Selain itu, ketika dijatuhkan dari ketinggian kurang lebih 1 meter, campuran tersebut berceceran secara signifikan. Selanjutnya, jika diukur dengan penggaris, campuran tersebut menunjukkan tingkat percikan tertinggi. Jaraknya 30 sentimeter.

3. Percobaan pertama dengan tambahan air 400 ml



Gambar 4.3 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 400 ml

Berdasarkan hasil penelitian kadar air yang dilakukan dengan perbandingan 1 bagian semen dengan 6 bagian pasir, diketahui bahwa bila digunakan air sebanyak 400 ml, adonan membentuk bola padat bila dipegang dan hanya mengalami sedikit retak dan pecah saat dipegang. dijatuhkan dari ketinggian sekitar 1 meter.

4. Percobaan pertama dengan tambahan air 500



Gambar 4.4 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 500 ml

Berdasarkan hasil penelitian dengan perbandingan komposisi 1:6 terlihat bahwa dengan penambahan air sebanyak 500 ml maka adonan yang dihasilkan menjadi lunak. Selain itu, ketika kombinasi tersebut dijatuhkan dari ketinggian 1 meter, kombinasi tersebut tidak retak, namun sejumlah besar air terlihat di bawah campuran.

5. Percobaan pertama dengan tambahan air 600 ml



Gambar 4.5 Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 600 ml

Berdasarkan temuan penelitian komposisi air dengan perbandingan 1 bagian semen dengan 6 bagian pasir, diketahui bahwa dengan menggunakan kadar air 600 ml, campuran dapat tertahan tetapi tidak dapat dibentuk menjadi bentuk bola. . Dalam penelitian tersebut, para ilmuwan memanfaatkan volume air sebanyak 400 mililiter dengan perbandingan 1 bagian semen dan 6 bagian pasir untuk menghasilkan batu paving.

4.4 Daya Serap Air *Paving Block*

Tujuan pengujian daya serap air adalah untuk mengetahui proporsi air yang diserap

paving block setelah terendam dalam jangka waktu 24 jam. Temuan yang diperoleh dari uji daya serap air disajikan pada tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Daya Serap Air *Paving Block* Dengan Penambahan abu kulit krang hijau.

TABEL DAYA SERAP AIR					
Kode Variasi	Bahan Tambahan Abu Kulit Krang	Berat Basah (Kg)	Berat Kering (Kg)	Berat Air (%)	SNI 03-0691-1996 (%)
A ₁	0%	2.479	2.345	5.71	max 10
A ₂	5%	2.504	2.358	6.19	
A ₃	10%	2.482	2.333	6.52	
A ₄	15%	2.360	2.202	7.17	

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai daya serap air pada variasi campuran 0-15% yaitu 5,71, 6,19, 6,52, dan 7,17% memenuhi nilai baku mutu maksimal 10% yang ditetapkan SNI 03-0691-1996. Grafik di bawah ini menggambarkan daya serap air yang dipengaruhi oleh masuknya campuran abu cangkang kerang hijau. Investigasi eksperimental terhadap kapasitas penyerapan air pada paving block ditingkatkan dengan penambahan abu cangkang hijau



Gambar 4.6 Grafik Pengukuran Daya Serap Air *Paving Block* Dengan Penambahan Abu Cangkang Kerang hijau.

Gambar 4.6 menunjukkan peningkatan penyerapan air secara progresif seiring dengan peningkatan proporsi abu cangkang kerang hijau dari 0% menjadi 15%. Campuran abu cangkang kerang hijau 0% mempunyai nilai daya serap air yang paling rendah yaitu sebesar 5,71%. Sebaliknya campuran abu cangkang kerang hijau 15% mempunyai nilai serapan air paling tinggi yakni 7,17%.

Nilai serapan air campuran abu cangkang kerang hijau 0% sebesar 5,71% memenuhi baku mutu paving blok mutu B menurut SNI 03-0691-1996. Sedangkan nilai serapan air pada campuran 5-15% adalah 6,19%, 6,52%, dan 7,17% yang berada di bawah baku mutu paving block mutu C menurut SNI 03-0691-1996.

Kualitas penyerapan air yang ditunjukkan oleh paving block meningkat secara signifikan, sebagian besar disebabkan oleh penggunaan abu cangkang kerang hijau serta proses pencetakan dan pengepresan tangan yang dilakukan selama produksinya. Batu paving mengandung rongga atau ruang berlubang. Kapasitas penyerapan paving block meningkat sebanding dengan jumlah rongga yang dimilikinya, karena ruang tersebut memungkinkan terjadinya retensi air.

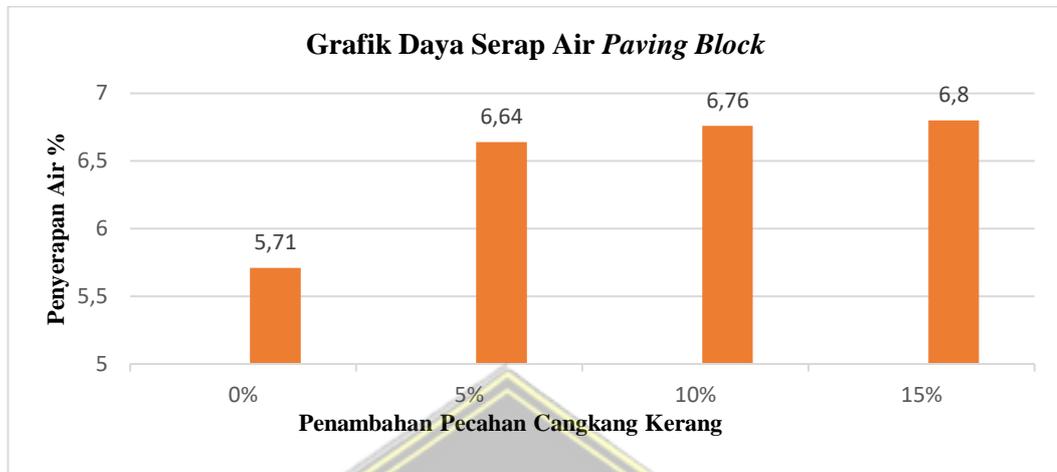
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Daya Serap Air *Paving Block* Dengan Penambahan Pecahan kulit krang hijau.

TABEL DAYA SERAP AIR					
Kode Variasi	Bahan Tambahan Pecahan Kulit Krang	Berat Basah (Kg)	Berat Kering (Kg)	Berat Air (%)	SNI 03-0691-1996 (%)
A ₁	0%	2.479	2.345	5.71	max 10
A ₂	5%	2.488	2.333	6.64	
A ₃	10%	2.509	2.350	6.76	
A ₄	15%	2.416	2.262	6,80	

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Tabel 4.4 menunjukkan nilai serapan air pada variasi campuran 0-15% adalah 5,71%, 6,64%, 6,76%, dan 6,80%. Nilai tersebut memenuhi standar nilai maksimal 10% yang ditetapkan SNI 03-0691-1996. Grafik di bawah ini menggambarkan kemampuan penyerapan air dari berbagai kombinasi fragmen cangkang kerrang hijau:

Grafik Pengujian Daya Serap Air *Paving Block* Dengan Penambahan Pecahan kulit krang hijau



Gambar 4.7 Grafik Pengukuran Daya Serap Air *Paving Block* Dengan Penambahan pecahan Cangkang Kerang hijau

Gambar 4.7 menunjukkan peningkatan penyerapan air secara progresif seiring dengan meningkatnya proporsi fragmen cangkang kerang hijau dari 0% menjadi 15%. Daya serap air paling rendah pada varian yang mengandung pecahan cangkang kerang hijau 0% yaitu sebesar 5,71%. Sebaliknya, daya serap air tertinggi terdapat pada variasi kandungan fragmen cangkang kerang hijau 15% yaitu sebesar 6,80%.

Nilai serapan air campuran abu cangkang kerang hijau 0% sebesar 5,71% memenuhi baku mutu paving blok mutu B menurut SNI 03-0691-1996. Sedangkan nilai serapan air pada kombinasi 5-15% adalah 6,64%, 6,76%, dan 6,80% yang berada dalam baku mutu paving block mutu C sesuai SNI 03-0691-1996.

Sifat penyerapan air pada paving block ditingkatkan secara signifikan dengan penambahan abu cangkang kerang hijau serta proses pencetakan dan pengepresan manual. Paving block tersebut banyak yang berlubang. Daya serap air meningkat sebanding dengan banyaknya rongga yang terdapat pada paving block, karena rongga tersebut berfungsi sebagai tempat penampung air.

4.5 Rekapitulasi Daya Serap Air Campuran Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang

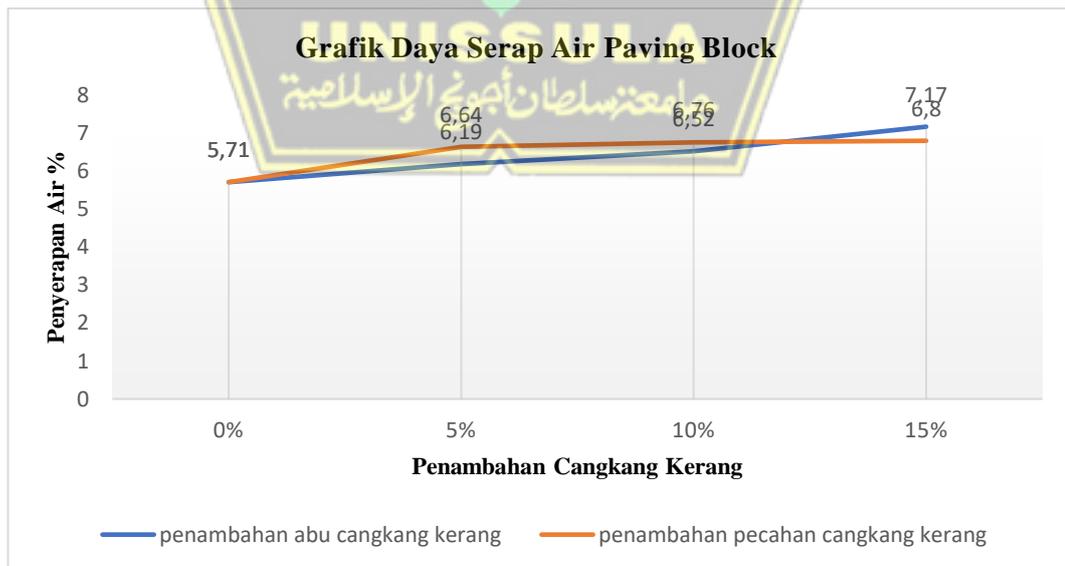
Tabel dan grafik di bawah ini menampilkan hasil percobaan yang dilakukan peneliti.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Daya Serap Air *Paving Block* Dengan Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.

TABEL REKAPITULASI DAYA SERAP AIR			
variasi penambahan cangkang kerang	rata rata penyerapan air abu kulit krang	rata rata penyerapan air pecahan kulit krang	SNI 03-0691-1996 (%)
0%	5.71	5.72	max 10
5%	6.19	6.64	
10%	6.52	6.76	
15%	7.17	6.80	

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Grafik yang merangkum hasil evaluasi daya serap air paving block dengan penambahan abu cangkang dan pecahan cangkang hijau.



Gambar 4.8 Grafik Rekapitulasi Daya Serap Air *Paving Block* Dengan Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.

Gambar 4.8 menunjukkan peningkatan penyerapan air secara progresif seiring dengan peningkatan proporsi abu cangkang kerang hijau dari 0% menjadi 15%. Variasi kombinasi abu cangkang kerang hijau konsentrasi 0% mempunyai nilai serapan air terendah sebesar 5,71%, sedangkan variasi konsentrasi 15% mempunyai nilai serapan air tertinggi sebesar 7,17%.

Sedangkan daya serap air semakin menurun seiring bertambahnya jumlah fragmen cangkang kerang hijau yang berkisar antara 0-15%. Nilai daya serap air paling rendah pada campuran 0% potongan cangkang kerang hijau adalah 5,71%, sedangkan nilai daya serap Campuran 15% potongan cangkang kerang hijau mempunyai kadar air paling tinggi yaitu 6,80%.

Nilai serapan air campuran yang mengandung abu cangkang kerang hijau 0% dan pecahan cangkang kerang hijau sebesar 5,71%. Nilai tersebut memenuhi baku mutu paving block mutu B menurut SNI 03-0691-1996. Sedangkan nilai serapan air pada campuran yang mengandung 5-15% abu cangkang kerang hijau dan pecahan cangkang masing-masing sebesar 6,19%, 6,52%, dan 7,17%. Nilai serapan air pada campuran yang hanya mengandung fragmen cangkang kerang hijau adalah 6,64%, 6,76%, dan 6,80%. Nilai tersebut memenuhi baku mutu paving block C menurut SNI 03-0691-1996.

Sifat penyerapan air pada paving block ditingkatkan secara signifikan dengan penambahan abu dan pecahan cangkang kerang hijau. Kedua variasi campuran tersebut menunjukkan peningkatan kapasitas penyerapan air sebagai hasil dari proses pencetakan dan pengepresan manual yang digunakan dalam produksi paving block. Batu paving mengandung rongga atau ruang berlubang. Daya serap air meningkat sebanding dengan banyaknya rongga yang terdapat pada paving block, karena rongga tersebut berfungsi sebagai tempat penampung air.

4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Penilaian kuat tekan paving block dilakukan dengan cara memotong benda uji berbentuk kubus berukuran 6cm x 6cm x 6cm. Benda uji dibuat melalui alat yang dimodifikasi peneliti, khususnya mesin cetak manual. Dua sampel digunakan untuk menilai kuat tekan masing-masing varian abu batu. Pengujian dilakukan melalui alat uji kuat tekan untuk memastikan beban maksimal yang dapat ditahan benda uji

dengan memberikan tekanan hingga patah dan hancur. Berikut hasil pemeriksaan kuat tekan.

paving block.

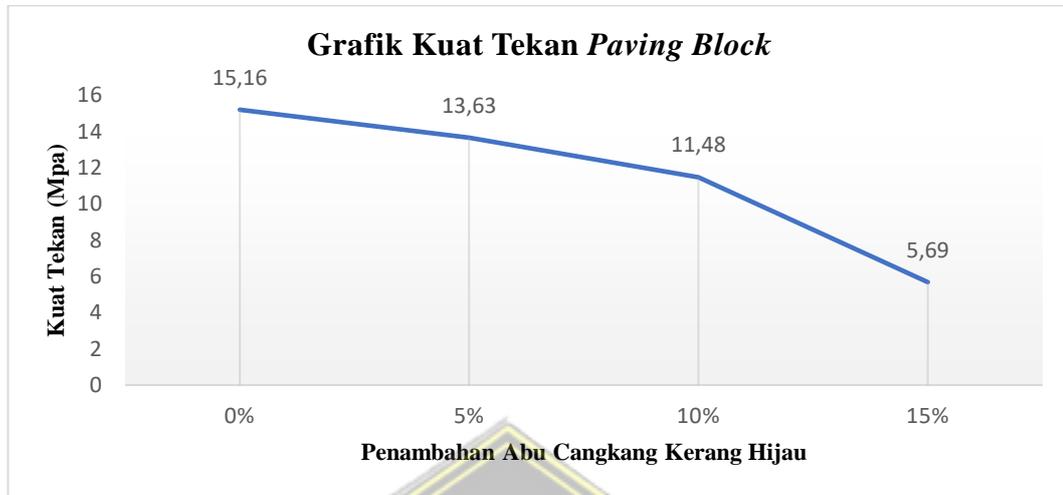
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

penambahan abu cangkang kerang	kode sempel	kuat tekan Mpa	rata -rata Mpa	SNI 03-0691-1996 (MPa)
0%	A ₁	18,70	15,16	Min 8,5 - Max 40
	A ₂	11,62		
5%	A ₁	15,13	13,63	
	A ₂	12,13		
10%	A ₁	11,89	11,48	
	A ₂	11,07		
15%	A ₁	6,43	5,69	
	A ₂	11,37		

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Nilai kuat tekan variasi campuran 0-15% adalah 15,16, 13,63, 11,48, dan 5,69 MPa seperti terlihat pada tabel 4.6. Kuat tekan paving block mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya proporsi campuran abu cangkang kerang hijau. Grafik yang tersedia menampilkan data kuat tekan beberapa campuran abu cangkang kerang hijau.

Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan Abu kulit Kerang Hijau



Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan Abu kulit Kerang Hijau.

Berdasarkan Gambar 4.9, nilai kuat tekan semakin menurun seiring bertambahnya jumlah abu cangkang kerang hijau dari 0% menjadi 15%. Variasi campuran abu cangkang kerang hijau 0% mempunyai nilai kuat tekan paling tinggi yaitu 15,16 MPa, sedangkan variasi campuran abu cangkang kerang hijau 15% mempunyai nilai kuat tekan terendah yaitu 5,69 MPa. Menurunnya kuat tekan disebabkan oleh semakin tingginya proporsi abu cangkang kerang hijau dalam campuran sehingga menyebabkan penurunan densitas. Oleh karena itu, sampel paving block mempunyai pori-pori yang banyak sehingga menghasilkan nilai porositas yang tinggi.

Kombinasi abu cangkang kerang hijau dengan proporsi berbeda yaitu 0%, 5%, dan 10% menghasilkan nilai kuat tekan yang memenuhi standar kualitas paving block D yang ditetapkan dalam SNI 03-0691-1996. Nilai tersebut diukur masing-masing sebesar 15,16, 13,63, dan 11,48 MPa. Penurunan kuat tekan ini disebabkan oleh semakin tingginya proporsi abu cangkang kerang hijau sehingga menyebabkan turunnya kuat tekan. Seperti digambarkan pada grafik di atas, penambahan 15% abu cangkang kerang hijau menyebabkan berkurangnya kekuatan paving block secara signifikan, khususnya sebesar 5,69%. Nilai tersebut berada di bawah standar yang ditentukan dalam SNI 03-0691-1996.

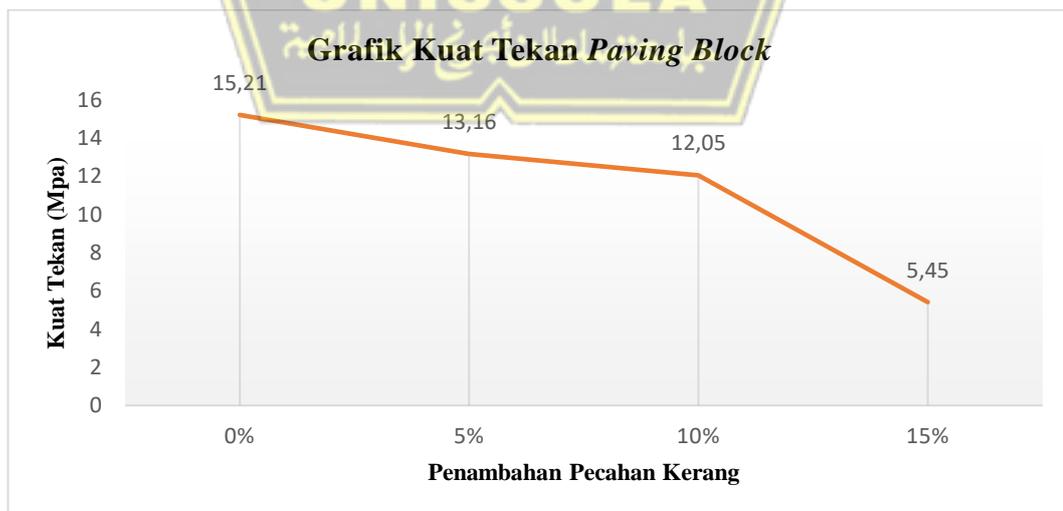
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

penambahan abu cangkang kerang	kode sempel	kuat tekan MPa	rata -rata MPa	SNI 03-0691-1996 (MPa)
0%	A ₁	18,70	15,16	Min 8,5 - Max 40
	A ₂	11,62		
5%	A ₁	13,38	13,16	
	A ₂	12,94		
10%	A ₁	14,34	12,05	
	A ₂	18,12		
15%	A ₁	7,79	5,45	
	A ₂	10,04		

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Nilai kuat tekan pada variasi campuran 0-15% dapat dilihat pada tabel 4.7. Nilai tersebut adalah 15,16, 13,16, 12,05, dan 5,45 MPa. Kuat tekan paving block mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya proporsi campuran abu cangkang kerang hijau. Di bawah ini adalah grafik yang menggambarkan pengukuran kuat tekan untuk berbagai campuran abu cangkang kerang hijau:

Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan pecahan kulit Kerang Hijau



Gambar 4.10 Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan pecahan kulit Kerang Hijau.

Gambar 4.10 menunjukkan penurunan nilai kuat tekan yang konsisten dengan setiap penambahan fragmen cangkang kerang hijau berkisar antara 0% hingga 15%. Variasi campuran fragmen cangkang kerang hijau 0% mempunyai nilai kuat tekan maksimum sebesar 15,16 MPa, sedangkan variasi campuran fragmen cangkang kerang hijau 15% mempunyai nilai kuat tekan terendah yaitu 5,45 MPa. Penurunan kuat tekan ini disebabkan oleh semakin tingginya persentase campuran fragmen cangkang kerang hijau sehingga menyebabkan turunnya kepadatan dan banyaknya pori-pori pada sampel paving block sehingga nilai porositas menjadi tinggi.

Kombinasi abu cangkang kerang hijau dengan proporsi berbeda yaitu 0%, 5%, dan 10% menghasilkan nilai kuat tekan yang memenuhi kriteria paving block mutu D yang ditentukan dalam SNI 03-0691-1996. Secara spesifik nilai kuat tekannya masing-masing sebesar 15,16, 13,16, dan 12,05 MPa. Penurunan kuat tekan ini disebabkan oleh semakin tingginya proporsi fragmen cangkang kerang hijau yang tergabung sehingga menyebabkan penurunan kuat tekan. Seperti terlihat pada grafik di atas, penggunaan potongan cangkang kerang hijau dengan konsentrasi 15% menyebabkan berkurangnya kekuatan paving block secara signifikan, khususnya sebesar 5,45%. Nilai tersebut berada di bawah standar yang ditetapkan SNI 03-0691-1996.

4.7 Rekapitulasi Kuat Tekan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang

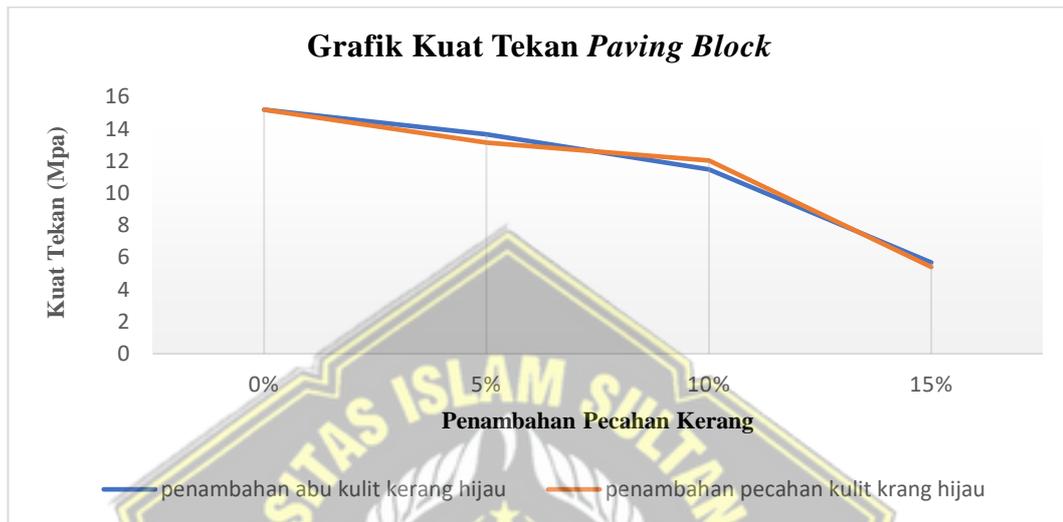
Berdasarkan uji yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian kuat tekan *Paving Block* Dengan Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.

TABEL REKAPITULASI KUAT LENTUR			
variasi penambahan cangkang kerang	rata rata kuat tekan abu kulit krang	rata rata kuat tekan pecahan kulit krang	SNI 03-0691-1996 (%)
0%	15,21	15,21	Min 8,5 - Max 40
5%	13,63	13,16	
10%	11,48	12,05	
15%	5,69	5,45	

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.



Gambar 4.11 Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.

Gambar 4.11 menunjukkan penurunan nilai kuat tekan secara progresif seiring dengan meningkatnya proporsi abu cangkang kerang hijau dan fragmen cangkang kerang hijau dari 0-15%. Kuat tekan tertinggi terdapat pada varian campuran yang terdiri dari abu cangkang kerang hijau dan pecahan cangkang kerang hijau 0%, yaitu sebesar 15,16 MPa. Sebaliknya, kuat tekan terendah terdapat pada varian campuran abu cangkang kerang hijau dan 15% pecahan cangkang kerang hijau, masing-masing berukuran 5,69 dan 5,45 MPa.

Penurunan kuat tekan ini disebabkan oleh semakin tingginya persentase campuran fragmen cangkang kerang hijau sehingga menyebabkan turunnya kepadatan dan banyaknya pori-pori pada sampel paving block sehingga nilai porositas menjadi tinggi.

Kombinasi abu cangkang kerang hijau dengan perbandingan 0%, 5%, dan 10% menghasilkan nilai kuat tekan yang memenuhi kriteria paving block mutu D yang ditentukan dalam SNI 03-0691-1996. Secara spesifik kekuatan yang dihasilkan

masing-masing sebesar 15,16, 13,16, dan 12,05 MPa. Penurunan kuat tekan ini disebabkan oleh semakin tingginya proporsi fragmen cangkang kerang hijau yang tergabung sehingga menyebabkan penurunan kuat tekan. Hal ini terlihat dari grafik di atas yang menggambarkan persentase peningkatan penambahan fragmen cangkang kerang hijau.

4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur *Paving Block*

Kekuatan lentur paving block dinilai setelah jangka waktu 14 hari untuk menentukan keawetannya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan kekuatan lentur maksimum yang ditemui oleh benda uji. Berikut hasil yang diperoleh dari evaluasi kuat lentur paving block.

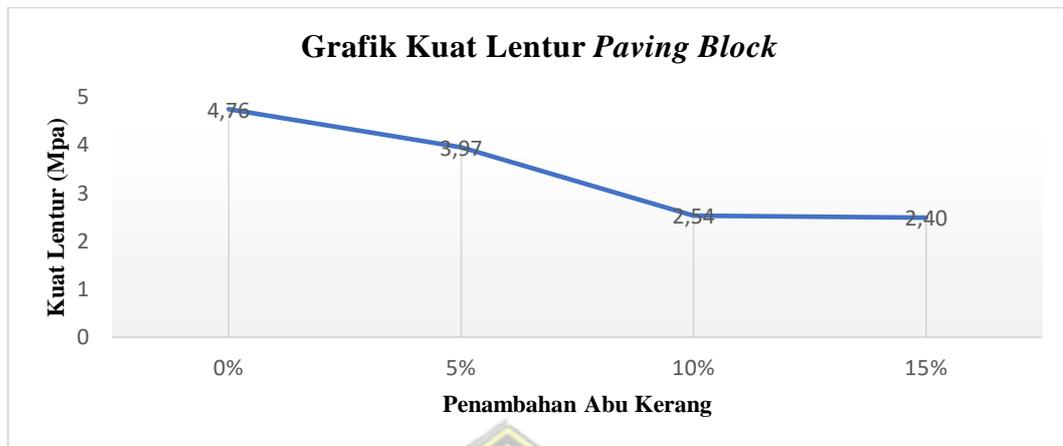
Tabel 4.9 Hasil Pengujian kuat lentur *Paving Block* Dengan Penambahan Abu Kulit Kerang hijau.

penambahan abu cangkang kerang	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (kN)	kuat lentur (MPa)
0%	20	10	6	10.596	4.76
5%	20	10	6	9.904	3.97
10%	20	10	6	6.336	2.54
15%	20	10	6	6.232	2.40

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa benda uji paving block normal mempunyai kuat lentur sebesar 4,76 Mpa. Penambahan abu cangkang kerang hijau sebesar 5% menyebabkan kuat lentur mengalami penurunan sebesar 3,97 Mpa. Penambahan abu cangkang kerang hijau sebesar 10% menyebabkan kuat lentur mengalami penurunan sebesar 2,54 MPa. Selanjutnya penambahan 15% abu cangkang kerang hijau menghasilkan penurunan kuat lentur sebesar 2,40 MPa. Tabel 4.9 memberikan data yang diperlukan untuk membuat grafik yang menggambarkan uji kuat lentur paving block.

Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan abu kulit Kerang Hijau



Gambar 4.12 Grafik Kuat Lentur *Paving Block* Penambahan Abu Kulit Kerang.

Gambar 4.12 menggambarkan penurunan nilai kuat lentur secara progresif seiring dengan peningkatan kadar abu cangkang kerang hijau dari 0% menjadi 15%. Variasi campuran abu cangkang kerang hijau 0% mempunyai nilai kuat lentur tertinggi yaitu sebesar 4,76 MPa. Sebaliknya variasi campuran abu cangkang kerang hijau 15% mempunyai nilai kuat lentur paling rendah yakni sebesar 2,40 MPa. Hal ini disebabkan karena kombinasi abu cangkang kerang hijau mempunyai nilai kuat lentur yang sangat rendah.

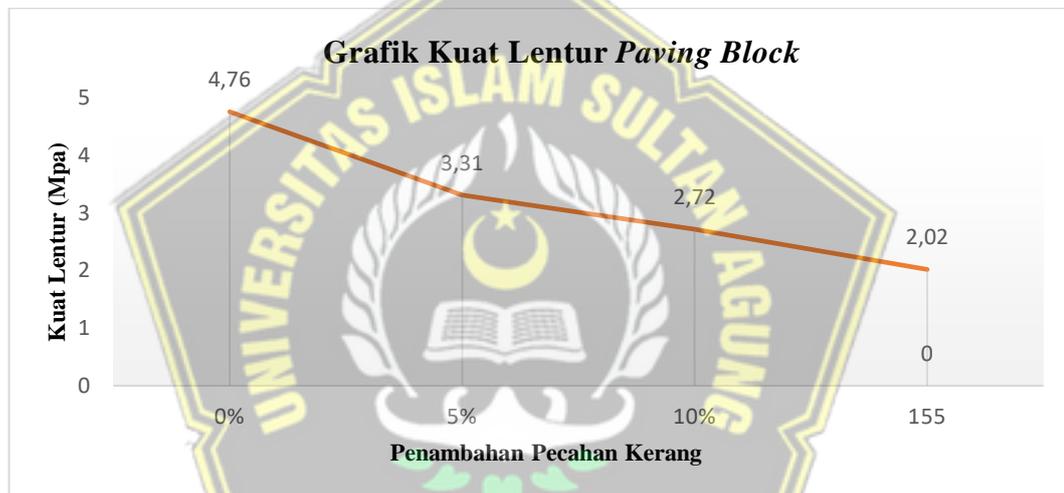
Tabel 4.10 Hasil Pengujian kuat lentur *Paving Block* Dengan Penambahan pecahan Kulit Kerang hijau.

penambahan pecahan cangkang kerang	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (kN)	kuat lentur (MPa)
0%	20	10	6	10.596	4.76
5%	20	10	6	8,256	3,31
10%	20	10	6	6,782	2,72
15%	20	10	6	5,049	2.02

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Berdasarkan data pada tabel 4.10 dapat disimpulkan bahwa benda uji paving block mempunyai kuat lentur normal sebesar 4,76 Mpa. Dengan penambahan pecahan cangkang kerang hijau sebesar 5% maka kuat tekannya berkurang sebesar 2,72 MPa. Begitu pula dengan penambahan 10% pecahan cangkang kerang hijau maka kuat lenturnya berkurang sebesar 2,02 MPa. Selain itu, penambahan 15% potongan cangkang kerang hijau menghasilkan peningkatan kekuatan lentur yang signifikan, dengan peningkatan spesifik sebesar 3,31 MPa. Tabel 4.10 menyajikan data yang diperlukan untuk membuat grafik yang menggambarkan hasil uji kuat tekan paving block.

Grafik Kuat Tekan *Paving Block* Penambahan pecahan kulit Kerang Hijau



Gambar 4.13 Grafik Kuat Lentur *Paving Block* Penambahan Abu Kulit Kerang.

Gambar 4.13 mengilustrasikan penurunan kekuatan lentur secara progresif seiring dengan meningkatnya proporsi fragmen cangkang kerang hijau dari 0% menjadi 15%. Kuat lentur variasi campuran pecahan cangkang kerang hijau 0% ditetapkan paling tinggi yaitu sebesar 4,76 MPa, sedangkan variasi campuran abu cangkang kerang hijau 10% mempunyai kuat lentur terendah sebesar 2,02 MPa. Hal ini disebabkan kombinasi potongan cangkang kerang hijau mempunyai nilai kuat lentur yang sangat rendah.

4.11 Rekapitulasi Kuat Lentur Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang

Berdasarkan uji yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat dilihat pada tabel dan

grafik berikut.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian kuat lentur *Paving Block* Dengan Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.

Variasi penambahan Cangkang Kerang	Rata Rata kuat lentur Abu Kulit Krang	Rata Rata kuat lentur Abu Kulit Krang
0%	4,76	4,76
5%	3,97	2,72
10%	2,54	2,02
15%	2,40	3,32

Sumber : Data Yang Di Analisa (2024)

Grafik Kuat Lentur *Paving Block* Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.



Gambar 4.14 Grafik Kuat lentur *Paving Block* Penambahan Abu Kulit Kerang Dan Pecahan Kulit Krang hijau.

Dari gambar 4.14 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat lentur dalam setiap penambahan abu cangkang kerang hijau dari 0-15%. Nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada variasi campuran pecahan cangkang kerang hijau 0% yaitu sebesar 4,76 MPa, sedangkan nilai kuat lentur terendah terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang hijau 15% yaitu sebesar 2,40 MPa. Sedangkan dari

penambahan pecahan cangkang kerang hijau dari 0-15%. Nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada variasi campuran pecahan cangkang kerang hijau 0% yaitu sebesar 4,76 MPa, sedangkan nilai kuat lentur terendah terdapat pada variasi campuran pecahan cangkang kerang hijau 10% yaitu sebesar 2,02 MPa. Hal ini disebabkan bahan campuran abu cangkang kerang hijau memiliki nilai kuat lentur yang sangat rendah.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada pembuatan *paving block* menggunakan bahan tambahan abu kulit kerang hijau dan pecahan kulit kerang hijau sebesar 0%, 5%, 10%, 15% untuk bahan penambah *paving block* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada pengujian daya serap air *paving block* normal dihasilkan nilai rata-rata daya serap air sebesar 5,71% dan untuk *paving block* dengan penambahan abu kulit kerang hijau 5%, 10%, 15% dihasilkan nilai rata-rata daya serap air yaitu 6,19%, 6,52%, dan 7,17%. Untuk *paving block* dengan penambahan pecahan kulit kerang hijau sebesar 5%, 10%, 15% dihasilkan nilai rata-rata daya serap air yaitu 6,64%, 6,76 %, Dan 6,80%. Dari kedua penambahan variasi 5%, 10%, dan 15% dari ke dua variasi campuran tersebut mengalami kenaikan daya serap air dari *paving block* normal. Hal ini dikarenakan pengaruh dari penambahan abu cangkang kerang hijau dan pecahan cangkang kerang hijau juga pada saat proses pencetakan dan pengepressan *paving block* yang dilakukan secara manual. Sehingga terdapat rongga yang ada dalam *paving block*. Semakin banyak rongga dalam *paving block* maka menyebabkan peningkatan serapan, karena air akan mengisi rongga-rongga pada *paving block* tersebut.
2. Pada pengujian kuat tekan *paving block* normal dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 15,21 Mpa dan untuk *paving block* dengan penambahan abu kulit kerang hijau 5%, 10%, 15% dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan yaitu 13,63 MPa, 11,48 MPa, 5,69 MPa. Dan untuk *paving block* dengan penambahan pecahan kulit kerang hijau 5%, 10%, 15% dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan yaitu 13,16 MPa, 12,05 MPa, 5,41 MPa. Pada penambahan pecahan kulit kerang hijau 5%, 10%, dan 15%, dari ke dua variasi campuran tersebut mengalami penurunan kuat tekan dari *paving block* normal. Penurunan nilai kuat tekan ini disebabkan karena semakin banyak persentase campuran abu cangkang kerang hijau menyebabkan kerapatan semakin menurun

sehingga pori yang ada pada sampel *paving block* cukup banyak dan menghasilkan nilai kuat tekan yang rendah.

Penurunan nilai kuat tekan ini disebabkan karena persentase penambahan abu cangkang kerang hijau dan pecahan cangkang kerang hijau semakin besar, maka akan menyebabkan kuat tekan yang rendah. pada persentase penambahan abu cangkang kerang hijau sebesar 15% mendapatkan hasil kuat tekan *paving block* yang sangat rendah yaitu sebesar 5,69 MPa. Sedangkan dari penambahan pecahan cangkang kerang hijau sebesar 15% mendapatkan hasil kuat tekan *paving block* yang sangat rendah yaitu sebesar 5,41 MPa.

3. Pada pengujian kuat lentur *paving block* normal dihasilkan nilai rata-rata kuat lentur sebesar 4,76 MPa dan untuk *paving block* dengan penambahan abu kulit kerang hijau 5%, 10%, 15% dihasilkan nilai rata-rata kuat teka yaitu 3,97 MPa, 2,54 MPa, 2,40 MPa. Dan untuk *paving block* dengan penambahan pecahan kulit kerang hijau 5%, 10%, 15% dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan yaitu 2,72 MPa, 2,019 MPa, 3,31 MPa. Pada penambahan pecahan kulit kerang hijau 5%, 10%, dan 15% dari ke dua variasi campuran tersebut mengalami penurunan kuat tekan dari *paving block* normal. Hal ini disebabkan bahan campuran abu cangkang kerang hijau Dan Pecahan Kulit Krang Hijau memiliki nilai kuat lentur yang sangat rendah.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti dapat menilai apa yang kurang dan apa yang perlu diperbaiki untuk memberikan rekomendasi penelitian lebih lanjut, dan kemudian memberikan rekomendasi sebagai berikut.

1. Pada saat penelitian ini menggunakan alat manual sehingga dapat mempengaruhi kualitas *paving block*. Untuk kedepannya dapat dicoba menggunakan komposisi yang sama namun menggunakan alat cetak *paving block* secara manual ataupun alat mesin press *paving block*.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan variasi penambahan abu kulit kerang hijau dan pecahan kulit kerang hijau sebesar 20%, 25%, 30%.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan komposisi yang berbeda dengan menggunakan alat cetak *paving block* press manual .

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Candra. 2010. *Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx sebagai Substitusi Pasir terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air dan Ketahanan Aus Paving Block*. Jurnal Widya Teknika. Vol 20(1): 18 – 24.
- Fajri, Y., Syech, R., & Fisika, S. J. (2016). *PENENTUAN KUALITAS PAVING BLOCK BERDASARKAN SIFAT FISIS VARIASI CAMPURAN PASIR DAN SEMEN*.
- Aditya, Candra. (Maret 2012). *Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air dan Ketahanan Aus Paving block*, Widya Teknika Vol.20 No.1
- Mudiyono, R., & Tsani, N. S. (2019). *Analisis Bahu Jalan Menggunakan Perkerasan Paving Block*.
- Badan Standar Nasional. *Bata Beton (Paving Block)*, SNI 03-0691-1996.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci (SKSNI T-04-1990-F)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standar Nasional. *Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung*, SKSNI T15199103
- Hidayati, Ratna. 2016. *Peningkatan Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah Dan Semen Dengan Alat Pematik Modifikasi*. [Skripsi]: Universitas Lampung: 65.
- Aditya, Candra. (Maret 2012). *Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air dan Ketahanan Aus Paving block*, Widya Teknika Vol.20 No.1
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pelatihan Ahli Teknik Desain Jalan (Road Design Engineer, RDE – 08*.