

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU CANGKANG KERANG
KEPAH (*POLYMER SODA EROSA*) TERHADAP
KUALITAS *PAVING BLOCK***

SKRIPSI

**EKA WIDYA
0705163026**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU CANGKANG KERANG
KEPAH (*POLYMESODA EROSA*) TERHADAP
KUALITAS *PAVING BLOCK***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains

**EKA WIDYA
0705163026**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp :-

Kepada Yth.,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Eka Widya
Nomor Induk Mahasiswa	: 0705163026
Program Studi	: Fisika
Judul	: Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah (<i>Polymesoda erosa</i>) Terhadap Kualitas <i>Paving Block</i>

Dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 08 Februari 2021 M
26 Jumadil Akhir 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 198111062005011003

Pembimbing Skripsi II,



Masthura, M.Si.
NIB. 1100000069

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah
(*Polymesoda erosa*) Terhadap Kualitas *Paving Block*.
Penyusun : Eka Widya
NIM : 0705163026
Pembimbing I : Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si
Pembimbing II : Masthura, M.Si
Tanggal Sidang : 08 Februari 2021

Pembimbing I,



Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 198111062005011003

Pembimbing II,



Masthura, M.Si.
NIB.1100000069

Mengetahui,
Ketua Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan



Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd
NIP. 197503242007101001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Eka Widya
Nomor Induk Mahasiswa : 0705163026
Program Studi : Fisika
Judul : Pengaruh Penambahan Abu Cangkang
Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Terhadap
Kualitas *Paving Block*

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 08 Februari 2021



Eka Widya

NIM. 0705163026



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERISUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683

Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: B.033/ST/ST.V.2/PP.011/02/2021

Judul : Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah
(*Polymesoda erosa*) Terhadap Kualitas *Paving
block*
Nama : Eka Widya
Nomor Induk Mahasiswa : 0705163026
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Senin, 08 Februari 2021
Tempat : Online

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19750324 200710 1 001

Dewan Penguji,

Penguji I,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 19811106 200501 1 003

Penguji II,

Masthura, M.Si.
NIB. 1100000069

Penguji III,

Mulkan Iskandar Nst, M.Si
NIB.1100000120

Penguji IV,

Ratni Sirait, M.Pd
NIB.1100000071

Mengesahkan,
Dewan Pengujian Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan,



Dr. M. Syahnan, M.A.
NIP. 660905199103 1 002

PENGARUH PENAMBAHAN ABU CANGKANG KERANG KEPAH (*POLYMESODA EROSA*) TERHADAP KUALITAS *PAVING BLOCK*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk (i) Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kerang kepah terhadap kualitas *paving block*, dan (ii) Untuk mengetahui komposisi pencampuran abu cangkang kerang kepah, semen, pasir, dan air yang paling optimal dalam pembuatan *paving block*, serta (iii) Untuk mengetahui aplikasi dari *paving block* yang dihasilkan. Variasi campuran abu cangkang kerang kepah, semen, dan pasir adalah 0% : 30% : 70%, 5% : 25% : 70%, 10% : 20% : 70%, 15% : 15% : 70% dan digunakan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,56 pada semua variasi. Metode pencampuran yang dilakukan adalah *manual blending*. *Paving Block* kemudian dikarakterisasi untuk menentukan sifat fisis seperti: densitas, daya serap air, dan porositas, dan sifat mekanis seperti: kuat tekan dan kuat lentur. Penambahan abu cangkang kerang kepah sebagai pengganti semen memiliki pengaruh terhadap kualitas *paving block*, dengan penambahan abu cangkang kerang kepah sebesar 5-15% menghasilkan nilai daya serap air yang telah memenuhi SNI 03-0691-1996. Namun pada nilai kuat tekan, hasil yang memenuhi SNI 03-0691-1996 hanya pada variasi penambahan abu cangkang kerang kepah sebesar 5%, untuk variasi penambahan sebesar 10-15% mempengaruhi semakin rendahnya kualitas *paving block* yang dihasilkan dan tidak masuk kedalam nilai SNI 03-0691-1996. Komposisi pencampuran abu cangkang kerang kepah yang optimal adalah pada variasi campuran 5% : 25% : 70% untuk pengujian daya serap air, dan kuat tekan karena memenuhi SNI 03-0691-1996. Sedangkan variasi campuran lainnya tidak optimal. Aplikasi dari *paving block* yang dihasilkan dengan variasi campuran 5% abu cangkang kerang dapat digunakan sebagai pelataran taman karena kuat tekan yang dihasilkan sebesar 8,53 MPa sudah memenuhi syarat mutu D pada *paving block* yang ditetapkan SNI 03-0691-1996.

Kata-kata kunci: Cangkang Kerang Kepah, Daya Serap Air, Kuat Tekan, dan *Paving Block*.

EFFECT OF THE ADDITION OF BIVALVES SHELL ASH (POLYMER SODA EROSA) ON THE QUALITY OF PAVING BLOCK

ABSTRACT

A research has been conducted which aims (i) to determine the effect of adding bivalves shell ash on the quality of paving blocks, and (ii) to find out the composition of mixing bivalves shell ash, cement, sand, and water which is the most optimal in making paving blocks., and (iii) to know the application of the resulting paving blocks. Variations in the percentage of bivalves shell ash, cement, and sand is 0%: 30%: 70%, 5%: 25%: 70%, 10%: 20%: 70%, 15%: 15%: 70% and FAS was used (Cement Water Factor) of 0.56 in all variations. The mixing method used is manual blending. Paving blocks are then characterized to determine physical properties such as: density, water absorption and porosity, and mechanical properties such as compressive strength and flexural strength. The addition of bivalves shell ash as the appearance of cement which has an effect on the quality of paving blocks, with the addition of 5-15% of shell ash shells, results in a water absorption value that meets SNI 03-0691-1996. However, for the compressive strength value, the results that meet SNI 03-0691-1996 are only 5% for the addition of 5% of the addition of crustacean shell ash, for additional variations of 10-15% affect the quality of the paving blocks produced and do not enter into the SNI 03-0691-1996 value. The optimal mixing composition of bivalves shell ash is the mixture variation of 5%: 25%: 70% for testing water absorption and compressive strength because it meets SNI 03-0691-1996. Meanwhile, other mixture variations are not optimal. The application of the resulting paving block with a variation of a mixture of 5% bivalves shell ash can be used as a garden yard because the compressive strength produced is 8.53 MPa that meets the D quality requirements on paving blocks stipulated by SNI 03-0691-1996.

Keywords: *Bivalves shell, Water Absorption, Compressive Strength, and Paving Block.*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum WarahmatullahiWabarakatuh

Puji syukur atas karunia Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Terhadap Kualitas *Paving Block*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari adanya kerja sama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnan, M.A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si., selaku Wakil Dekan I Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, dan Dosen Pembimbing Skripsi I.
4. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan dosen pengampu mata kuliah Metodologi Penelitian yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Miftahul Husnah, M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan dosen Penasihat Akademik.
6. Masthura, M.Si., selaku dosen Pembimbing skripsi II yang telah meluangkan waktu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada seluruh dosen Program Studi Fisika, yang telah banyak membantu dan meluangkan waktunya untuk membimbing dan berbagi ilmunya kepada penulis.

8. Kepada kedua orang tua Ayahanda Jumi dan Ibunda SutiyeM, abang Arman Jupri, abang Andri Yansa, kakak Nelly , kakak Tantri, adik Jihan Talita Ulfa, serta seluruh keluarga dan orang tercinta yang selalu mendoakan, memberi semangat, dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan.
9. Kepada teman seperjuangan; Muhammad Guntur Muklis, Dinda Friskila Lubis, Haryuwanda Desgira, Heni Puspita Sari, dan Purnama Indah Lase, serta teman kelas Fisika-1 stambuk 2016 yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
10. Atas bantuan dari semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, maka penulis mengucapkan terima kasih.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri.

Medan, 08 Februari 2021

Penulis,



Eka Widya
NIM. 0705163026

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Cangkang Kerang Kepah.....	5
2.2. <i>Paving Block</i>	8
2.2.1. Definisi	8
2.2.2. Jenis dan Ukuran <i>Paving Block</i>	8
2.2.3. Kualitas <i>Paving Block</i>	9
2.2.4. Sifat Fisis <i>Paving Block</i>	10
2.2.4.1. Densitas	10
2.2.4.2. Daya Serap Air	11
2.2.4.3. Porositas	11
2.2.5. Sifat Mekanis <i>Paving Block</i>	12
2.2.5.1. Kuat Tekan	12
2.2.5.2. Kuat Lentur	13
2.3. Semen <i>Portland</i>	14
2.4. Agregat	15
2.4.1. Agregat Kasar	15

2.4.2. Agregat Halus	16
2.5. Air.....	16
2.6. Faktor Air Semen (FAS)	17
2.7. Penelitian yang Relevan	19
2.8. Hipotesis Penelitian	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.1.1. Waktu Penelitian.....	21
3.1.2. Tempat Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	21
3.2.1. Alat Penelitian	21
3.2.2. Bahan Penelitian	23
3.3. Diagram Alir Penelitian	24
3.3.1. Tahap Pembuatan Abu Cangkang Kerang Kepah	24
3.3.2. Tahap Pembuatan <i>Paving Block</i>	25
3.4. Prosedur Penelitian.....	26
3.4.1. Pembuatan Abu Cangkang Kerang Kepah	26
3.4.2. Pembuatan <i>Paving Block</i>	27
3.4.3. Karakterisasi Fisis	27
3.4.3.1. Densitas	27
3.4.3.2. Daya Serap Air	27
3.4.3.3. Porositas	28
3.4.4. Karakterisasi Mekanis	28
3.4.4.1. Kuat Tekan	28
3.4.4.2. Kuat Lentur	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Karakterisasi Sifat Fisis	30
4.1.1. Densitas	30
4.1.2. Daya Serap Air	32
4.1.3. Porositas	34
4.2. Karakterisasi Sifat Mekanis	36
4.2.1. Kuat Tekan	36

4.2.2. Kuat Lentur	38
4.3. Pembahasan Penelitian	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Hasil Uji XRF Cangkang Kerang Kepah.....	6
2.2.	Sifat-sifat Fisis <i>Paving Block</i> Berdasarkan SNI 03-0691-1996.....	10
2.3.	Hasil Uji XRF Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Malang.....	14
3.1.	Rancangan Pencampuran Bahan Dasar Dengan Abu Cangkang Kerang Kepah.....	26
4.1.	Data Hasil Pengukuran Densitas.....	30
4.2.	Data Hasil Pengukuran Daya Serap Air.....	32
4.3.	Data Hasil Pengukuran Porositas.....	34
4.4.	Data Hasil Pengukuran Kuat Tekan.....	36
4.5.	Data Hasil Pengukuran Kuat Lentur.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Cangkang Kerang Kepah.....	5
2.2.	Morfologi Kerang Kepah.....	6
2.3.	Jenis <i>Paving Block</i>	9
2.4.	Skema Uji Kuat Lentur.....	13
2.5.	Contoh Semen <i>Portland</i>	15
3.1.	Cetakan Sampel Uji Kuat Tekan, Densitas, Porositas dan Daya Serap Air.....	22
3.2.	Cetakan Sampel Uji Kuat Lentur.....	22
3.3.	Diagram Alir Pembuatan Abu Cangkang Kerang Kepah.....	24
3.4.	Diagram Alir Pembuatan dan Karakterisasi <i>Paving Block</i>	25
4.1.	Grafik Pengukuran Densitas Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah.....	31
4.2.	Grafik Pengukuran Daya Serap Air Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah.....	33
4.3.	Grafik Pengukuran Porositas Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah.....	35
4.4.	Grafik Pengukuran Kuat Tekan Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah.....	37
4.5.	Grafik Pengukuran Kuat Lentur Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1	Gambar Alat-alat Percobaan
2	Gambar Bahan Percobaan
3	Gambar Sampel Uji <i>Paving Block</i>
4	Data Pengujian Densitas
5	Data Pengujian Daya Serap Air
6	Data Pengujian Porositas
7	Data Pengujian Kuat Tekan
8	Data Pengujian Kuat Lentur
9	SNI-03-0691-1996 Bata Beton (<i>Paving Block</i>)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk saat ini menyebabkan semakin bertambahnya kebutuhan masyarakat dalam sarana dan prasarana infrastruktur terhadap bahan bangunan. Laju perkembangan dalam dunia pembangunan sangat pesat, kini tidak lagi hanya di wilayah perkotaan saja namun pembangunan telah semakin cepat masuk wilayah pedesaan bahkan tempat-tempat yang jauh dari jalan lintas sekalipun. Laju perkembangan pembangunan ini tidak mungkin dihentikan, oleh karena itu hal yang harus dilakukan adalah mencari solusi untuk memenuhi tuntutan kebutuhan pembangunan yang ada dengan tetap menjaga keseimbangan lingkungan. Salah satu solusinya yaitu dengan menggantikan komposisi bahan material dengan memanfaatkan limbah yang ada disekitar.

Seperti halnya dalam penggunaan *paving block* yang menjadi material fungsional, *paving block* banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan menutupi permukaan tanah selain dari beton dan semen, seperti pada lahan parkir, taman, area pedestrian, halaman rumah, halaman sekolah, dan sebagainya. Penggunaan *paving block* kini banyak diminati masyarakat dalam dunia pembangunan karena dengan daya serap airnya yang baik, serta dapat mengurangi genangan air saat musim penghujan tiba. (Nuhun, 2019).

Paving block pada umumnya merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* dan agregat halus seperti pasir dan air. Agregat yang digunakan biasanya dengan atau tanpa campuran bahan lain yang tidak mengurangi kualitas *paving block*. Pada penelitian ini bahan tambahan yang akan digunakan adalah abu cangkang kerang kepah, berdasarkan dari teori peneliti sebelumnya Hairunisa (2019), bahwa cangkang kerang mengandung Kalsium Oksida (CaO) dan Silika (SiO₂) seperti komposisi kimia pada semen, maka abu cangkang kerang kepah berpotensi sebagai bahan tambahan pada pembuatan *paving block*.

Salah satu alternatif yang hendak diuji dan dikembangkan sebagai salah satu solusi yakni dengan penggunaan limbah abu cangkang kerang kepah (*Polymesoda erosa*) sebagai bahan tambahan atau pengganti semen yang dapat mengurangi ketergantungan pemakaian semen *Portland* dalam campuran beton. Pemikiran menggunakan abu cangkang kerang kepah (*Polymesoda erosa*) cukup beralasan karena abu cangkang kerang kepah memiliki kandungan CaO dan SiO₂ hal ini memiliki kemungkinan abu cangkang kerang kepah penggunaannya mampu menggantikan sebagian campuran semen pada proses pembuatan *paving block*.

Hidayati (2016), pada penelitiannya yang berjudul “Peningkatan Kuat Tekan *Paving Block* Menggunakan Campuran Tanah dan Semen dengan Alat Pematik Modifikasi” menggunakan semen dan tanah sebagai bahan utama dalam pembuatan *paving block*. Material semen mempengaruhi nilai kuat tekan terhadap *paving block*, hal ini terbukti bahwa semakin tinggi kadar campuran material semen untuk pembuatan *paving block* maka semakin tinggi juga kuat tekan *paving block*.

Pada penelitian Ghozali (2018), yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Abu Dasar (*Bottom Ash*) pada *Paving Block* dengan Campuran Limbah Kerang sebagai Substitusi Semen” dihasilkan nilai kuat tekan *paving block* sebesar 26,858 MPa dan masuk dalam kategori kelas B sesuai dengan klasifikasi *paving block* menurut SNI 03-0691-1996, sedangkan hasil minimum yang didapat kuat tekan sebesar 12,972 MPa dan masuk dalam kategori kelas D.

Dari uraian di atas penulis tertarik memanfaatkan limbah dari cangkang kerang kepah sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block* yang ramah lingkungan. Penulis berharap dapat menghasilkan *paving block* dengan kualitas yang baik dan sesuai SNI 03-0691-1996.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang diajukan adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu cangkang kerang kepah terhadap kualitas *paving block*?

2. Bagaimana komposisi pencampuran abu cangkang kerang kepah, semen, pasir, dan air yang paling optimal dalam pembuatan *paving block*?
3. Bagaimana aplikasi dari *paving block* yang dihasilkan?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* adalah abu cangkang kerang kepah, semen, pasir, dan air.
2. Abu cangkang kerang kepah yang digunakan merupakan hasil pembakaran dari limbah cangkang kerang kepah, semen yang digunakan adalah semen *portland* jenis I, pasir yang digunakan adalah pasir komersial, dan air yang digunakan adalah air bersih.
3. Jenis *paving block* yang diteliti adalah jenis *paving block press*, dengan komposisi pencampuran abu cangkang kerang kepah : semen : pasir adalah sebagai berikut:
 - A. 0% : 30% : 70% dengan FAS 0,56
 - B. 5% : 25% : 70% dengan FAS 0,56
 - C. 10% : 20% : 70% dengan FAS 0,56
 - D. 15% : 15% : 70% dengan FAS 0,56
4. Penjemuran *paving block* dilakukan selama 28 hari.
5. Ukuran cetakan *paving block* yang digunakan adalah $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$ untuk cetakan sampel uji densitas, daya serap air, porositas, dan kuat tekan, serta ukuran $10 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$ untuk cetakan sampel uji kuat lentur.
6. Karakterisasi yang dilakukan terhadap benda uji yaitu: karakterisasi fisis, yang mencakup densitas, daya serap air, dan porositas, serta karakterisasi mekanis yang mencakup kuat tekandan kuat lentur.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kerang kepah terhadap kualitas *paving block*.

2. Untuk mengetahui komposisi pencampuran abu cangkang kerang kepah, semen, pasir, dan air yang paling optimal dalam pembuatan *paving block*.
3. Untuk mengetahui aplikasi dari *paving block* yang dihasilkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi pencemaran lingkungan karena cangkang kerang kepah yang berserakan, terlebih di daerah penghasil kerang kepah.
2. Manfaat teoretis, yaitu sebagai referensi bagi mahasiswa lain yang akan melakukan penelitian dalam rangka pengembangan disiplin pemrosesan material.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cangkang Kerang Kepah

Secara ekologi kerang kepah mendiami zona intertidal bersubstrat pasir berlumpur. Sebagian wilayah yang intertidalnya memiliki substrat dasar perairan yang berpasir dan substrat dasar perairan berlumpur, lingkungan perairan yang seperti ini merupakan habitat yang disukai oleh kerang kepah. Kerang kepah memiliki sebaran yang sangat luas, tersebar mulai dari kawasan hutan mangrove di Indo-Pasifik sampai pada kawasan rawa mangrove di Amerika Selatan.

Secara umum ciri-ciri morfologi kerang kepah memiliki dua buah katup cangkang yang simetris dan memiliki warna gelap kehijauan. Kerang kepah berbentuk pipih dan bagian pinggir cangkangnya tajam, pada bagian punggung kerang ini memiliki bentuk yang cembung dan lebih tebal dibandingkan dengan bagian pinggir. Cangkang kerang ini bersifat cenderung keras mulai dari bagian pinggir cangkang sampai menuju punggung cangkangnya.



Gambar 2.1. Cangkang kerang kepah

Perbedaan bentuk dan warna cangkang dipengaruhi oleh kondisi substrat. Pada substrat berpasir warna cangkang cenderung lebih cerah dan mengkilap, sedangkan pada substrat berlumpur cangkang cenderung berwarna agak gelap. Peristiwa ini biasanya terjadi sebagai penanda populasi tertentu, misalnya, dalam bentuk warna dan pola yang menduduki habitat yang sama pada waktu yang sama. (Kadarsah, 2019).

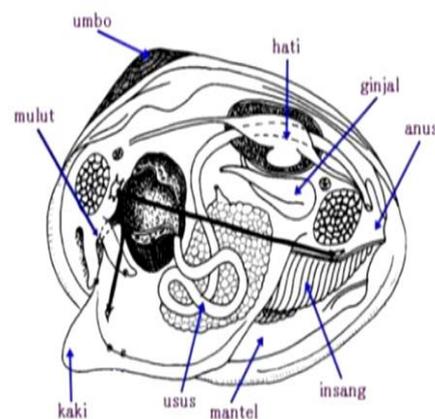
Menurut Kadarsah (2019), Kondisi substrat dasar menyatakan faktor yang berpengaruh langsung pada kelimpahan *Polymesoda erosa*. Substrat mempengaruhi kandungan bahan organik, faktor ketersediaan makanan (zat organik tersuspensi) berpengaruh dalam menunjang keberlangsungan hidup serta pertumbuhan *bivalvia*.

Kerang biasanya hanya dikonsumsi isinya, namun cangkangnya di buang dan menjadi limbah. Cangkang kerang kerang mengandung senyawa kalsium yang tinggi. Adapun kandungan kimia abu cangkang kerang kepah, dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Hasil Uji XRF Cangkang Kerang Kepah

No	Kandungan Kimia	Persentase (%)
1	MgO	1,818
2	Al ₂ O ₃	2,111
3	SiO ₂	4,197
4	P ₂ O ₅	0,579
5	Cl	0,042
6	CaO	87,476
7	Ti	0,175
8	Mn	0,016
9	Fe ₂ O ₃	0,816

(Hairunisa, 2019)



Gambar 2.2. Morfologi kerang kepah

(Ghozali, 2018)

Menurut Abbot dikutip dalam As'ari (2018), Klasifikasi Kerang Kepah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Moluska
 Kelas : Bivalvia
 Ordo : Veneroida
 Famili : Veneridae
 Genus : *Meretrix*
 Spesies : *Meretrix meretrix*

Di dalam lautan yang terbentang luas memiliki isi yang dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan manusia. Sebagaimana dalam firman Allah dijelaskan mengenai laut beserta isinya yang diciptakan oleh Allah SWT. Pada [Q.S. An-nahl/ 16: 14]:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حَبْلًا مَلْبُوسًا وَنَارًا كَرِيمًا وَرَى الْفُلْكَ مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِيَتَذَكَّرُوا
 مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾

Artinya : Dialah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan dari padanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur.[Q.S. An-nahl/16: 14].

Dan juga dijelaskan sebagaimana dalam firman Allah mengenai binatang laut yang diciptakan oleh Allah SWT. Pada [Al-Mâidah/5: 96]:

أَجَلٌ لَكُمْ صَيْدُ الْبَحْرِ وَطَعَامُهُ مَتَاعًا لَكُمْ وَلِلنَّاسِ وَاللَّسِيَّارَةُ وَحُرْمٌ عَلَيْكُمْ صَيْدُ الْبَرِّ مَا دُمْتُمْ حُرْمًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي إِلَيْهِ
 تُحْشَرُونَ ﴿٩٦﴾

Artinya: Dihalalkan bagimu binatang buruan laut dan makanan yang berasal dari laut sebagai makanan yang lezat bagimu, dan bagi orang-orang yang dalam perjalanan, dan diharamkan atasmu menangkap binatang buruan darat, selama kamu dalam ihram. Dan bertakwalah kepada Allah Azza wa Jalla yang kepadaNya kamu akan dikumpulkan. [Al-Mâidah/5:96].

2.2. Paving Block

2.2.1. Definisi

Paving block pada umumnya merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland*, agregat halus seperti pasir, dan air. Agregat yang digunakan biasanya dengan atau tanpa campuran bahan lain yang tidak mengurangi kualitas *paving block*. *Paving block* biasa digunakan sebagai alternatif penutup atau perkerasan permukaan tanah. *Paving block* memiliki beragam variasi bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan pengguna. *Paving block* digunakan sesuai dengan kebutuhannya yaitu untuk menutupi permukaan tanah seperti pada lahan parkir, taman, area pedestrian, halaman rumah, halaman sekolah dan sebagainya. *Paving block* (bata beton) adalah suatu bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu dari beton tersebut (SNI 03-0691-1996).

Secara visual *paving block* harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirusak dengan jari tangan.

2.2.2. Jenis dan Ukuran Paving Block

Klasifikasi *Paving Block* Menurut SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving block*), diklasifikasikan kedalam 4 macam berdasarkan mutu dan penggunaannya, yaitu :

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



Gambar 2.3. Jenis *paving block*

2.2.3. Kualitas *Paving Block*

Menurut Nuhun (2019), *paving block* dengan kualitas baik adalah *paving block* yang mempunyai nilai kuat tekan tinggi (satuan MPa), serta nilai absorpsi (persentase serapan air) yang rendah (%). Semakin tinggi nilai kuat tekannya maka *paving block* semakin bagus. Untuk persentase serapan air (absorpsi), semakin rendah nilai absorpsinya, produk *paving block* semakin kuat. Berdasarkan SNI 03–0691–1996, *paving block* dengan mutu terendah (mutu D) paling tidak memiliki kuat tekan 8,5MPa dan persentase serapan air rata-rata maksimum 10%.

Menurut Wijaya (2019), ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan mutu *paving block*. Menurut SNI-03-0691-1996 syarat mutu *paving block* yang harus dipenuhi yaitu:

1. Sifat tampak

Paving block harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Ukuran

Paving block harus mempunyai ukuran tebal minimum 60 mm dengan toleransi 8%.

3. Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisis seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Sifat-sifat Fisis *Paving Block* Berdasarkan SNI 03-0691-1996

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Penyerapan Air
	Rata-rata	Min	rata-rata maks %
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

Keterangan:

- a. *Paving block* mutu A digunakan untuk perkerasan jalan. Bata beton mutu A diatas disyaratkan kuat tekan minimal 35 MPa dan rerata 40 MPa.
- b. *Paving block* mutu B digunakan untuk area parkir. Bata beton mutu B diatas disyaratkan kuat tekan minimal 17 MPa dan rerata 20 MPa.
- c. *Paving block* mutu C digunakan untuk trotoar. Bata beton mutu C diatas disyaratkan kuat tekan minimal 12,5MPa dan rerata 15 MPa.
- d. *Paving block* mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Bata beton mutu D diatas disyaratkan kuat tekan minimal 8,5MPa dan rerata 10 MPa.

2.2.4. Sifat Fisis *Paving Block*

Sifat fisis yang terdapat pada *paving block* yaitu densitas, daya serap air, dan porositas.

2.2.4.1. Densitas

Densitas merupakan massa jenis suatu benda, dimana pengukuran massa setiap volume benda. Semakin tinggi nilai densitas rata-rata suatu benda, maka semakin besar pula nilai massa setiap volumenya.

Menurut Zega (2019), batako ringan memiliki densitas tidak lebih dari 1,90 g/cm³. Tinggi rendahnya densitas bata beton ini dipengaruhi oleh material bahan dasar dan proses pemadatan. Semakin tinggi densitas suatu benda, maka semakin besar pula volumenya. Untuk pengukuran densitas *paving block* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan:

ρ = Densitas (g/cm³)

m = Massa (g)

V = Volume (cm³)

2.2.4.2. Daya Serap Air

Daya serap air (*absorpsi*) merupakan persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu material jika direndam dalam air. Pengujian penyerapan air (*absorpsi*) mengacu pada standar SNI 03-0691-1996.

Menurut Nuhun (2019), uji penyerapan air dilakukan setelah umur *paving block* 28 hari untuk mengetahui berapa persentase penyerapan air oleh *paving block*, dengan cara melakukan perendaman *paving block* selama 24 jam, kemudian dikeringkan dengan suhu 105°C dan ditimbang 2 kali hingga selisih akhir penimbangan tidak lebih dari 0,2%. Kemudian nilai penyerapan dihitung dari berat *paving block* basah dikurangi berat *paving block* kering, dibagi dengan berat *paving block* kering, kemudian dikalikan 100% dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$absorpsi = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

M_b = Massapaving *block* kondisi basah (g)

M_k = Massapaving *block* kondisi kering (g).

2.2.4.3. Porositas

Porositas dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori-pori terhadap volume total beton. Besarnya persentase ruang-ruang kosong atau besarnya kadar pori yang terdapat pada beton dan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton. Pori-pori beton biasanya berisi udara atau berisi air yang saling berhubungan dan dinamakan dengan kapiler beton. Kapiler

beton akan tetap ada walaupun air yang digunakan telah menguap, sehingga kapiler ini akan mengurangi kepadatan beton yang dihasilkan. Dengan bertambahnya volume pori maka nilai porositas juga akan semakin meningkat dan hal ini memberikan pengaruh buruk terhadap kuat tekan beton. Chairani (2019).

Porositas suatu bahan pada umumnya dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{Porositas} = \frac{M_b - M_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan:

M_b = Massa basah sampel setelah direndam selama 24 jam (g)

M_k = Massa kering sampel (g)

V = Volume sampel (cm^3)

ρ_{air} = Massa jenis air (g/cm^3)

2.2.5. Sifat Mekanis *Paving Block*

2.2.5.1. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Cara pengujian kuat tekan *paving block* menurut SNI-03-0691-1996 yaitu sebagai berikut:

1. Ambil 10 buah contoh uji masing-masing berbentuk kubus dan rusuk-rusuknya disesuaikan dengan ukuran alat uji.
2. Contoh uji yang telah siap, ditekan hingga hancur dengan mesin penekan yang dapat diatur kecepatannya. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian beban sampai contoh uji hancur, diatur dalam waktu 1 sampai 2 menit. Arah penekanan pada contoh uji disesuaikan dengan arah tekanan beban didalam pemakaiannya.
3. Kuat tekan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan:

P = Beban tekan (N)

L = Luas bidang tekan (mm^2)

Kuat tekan rata-rata dari contoh uji dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji. Dalam reaksi dari pembebanan tekan (P) yang diberikan oleh mesin uji tekan (*Compression Test Machine*) akan diterima oleh seluruh daerah luasan penampang secara merata hingga terjadi keruntuhan pada benda uji beton. (Maulana, 2019).

2.2.5.2. Kuat Lentur

Kekuatan lentur merupakan kekuatan beton dalam menahan lentur yang umumnya terjadi pada balok struktur. Kuat lentur dapat diteliti dengan membebani balok pada tengah-tengah bentang atau pada setiap sepertiga bentang dengan beban titik P. Beban ditingkatkan sampai kondisi balok mengalami keruntuhan lentur, dimana retak utama yang terjadi terletak pada sekitar tengah-tengah bentang. Besarnya momen akibat gaya pada saat runtuh ini merupakan kekuatan maksimal balok beton dalam menahan lentur (SNI 03-4154-1996). Menurut Purwanto (2016), kuat lentur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$R = \frac{PL}{bd^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan:

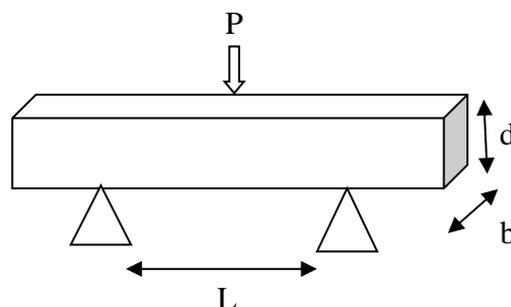
R = Kuat lentur benda uji (MPa)

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)



Gambar 2.4. Skema uji kuat lentur

2.3. Semen *Portland*

Semen *portland* adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Fungsi semen *portland* adalah sebagai perekat butir-butir agregat sehingga terjadi suatu massa yang padat. Jika semen *portland* dicampur dengan air, dalam beberapa waktu dapat menjadi keras. Campuran antara air dengan semen *portland* tersebut akan menghasilkan pasta semen. (Dewi, 2016).

Semen *portland* merupakan semen yang dibuat dengan cara menghancurkan terak semen sehingga berbentuk serbuk halus dan ditambah mineral dari kalsium, alumina dan silika. Adapun bahan pembentuk semen *portland* adalah kalsium (CaO) dari batu kapur, silika (SiO₂) dari tanah lempung dan alumina (Al₂O₃) dari tanah lempung.

Berdasarkan jenis dan penggunaannya menurut SNI 15-2049-2004 semen *portland* dapat dibagi atas:

1. Jenis I yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Tabel 2.3. Hasil Uji XRF Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Malang

No	Kandungan Kimia	Semen %
1	Si	23,13
2	Ca	58,66
3	Fe	4,62
4	Al	8,76

(Ghozali,2018)

Penyimpanan semen harus diperhatikan agar semen tidak rusak. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain. Tinggi maksimum timbunan zak semen adalah 2 m atau sekitar 10 zak. (Darwin, 2017).



Gambar 2.5. Contoh semen *portland*

2.4. Agregat

Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu semen hidraulik atau adukan. Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah melalui proses pelapukan dan abrasi yang berlangsung lama. Atau agregat dapat juga diperoleh dengan memecah batuan induk yang lebih besar. Agregat terbagi menjadi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus.

2.4.1. Agregat Kasar

Agregat kasar untuk beton adalah agregat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, dan mempunyai ukuran antara 5-40 mm. (Purwanto, 2016).

Kerikil merupakan agregat kasar yang mempunyai ukuran diameter 5-40 mm. Sebagai pengganti kerikil dapat pula dipakai batu pecah (*split*). Kerikil atau batu pecah yang mempunyai ukuran diameter lebih dari 40 mm tidak baik untuk pembuatan beton. Kerikil atau batu pecah yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi syarat berikut:

1. Bersifat padat dan keras, tidak berpori.
2. Harus bersih, tidak mengandung lumpur lebih dari 1%. Jika kandungan lumpur lebih dari 1%, maka kerikil/batu pecah tersebut harus dicuci.
3. Pada keadaan terpaksa, dapat dipakai kerikil bulat. (Darwin, 2017).

2.4.2. Agregat Halus

Agregat halus untuk beton adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 5 mm.

Agregat halus atau pasir memiliki berbagai macam jenis. Salah satunya adalah pasir alami yang berasal dari sungai atau hasil pemecahan batu. Kualitas agregat halus berpengaruh terhadap kualitas beton. Sifat-sifat yang signifikan pada agregat halus adalah kadar air, penyerapan air, kepadatan, dan kandungan organik memberikan pengaruh terhadap kekuatan serta ketahanan mortar. Agregat halus merupakan agregat yang ukuran butirnya lebih kecil dari ayakan No. 4 (4,75 mm) dan lebih besar dari ayakan No. 200 (0,075 mm) berdasarkan SNI 03- 1968-1990. (Wijaya, 2019).

Menurut Nuhun (2019), pasir atau agregat halus adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07–5,00 mm. Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran *paving block* sehingga meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan, dan mengurangi pemakaian bahan pengikat/semen. Mutu dari agregat halus ini sangat menentukan mutu *paving block* yang dihasilkan.

2.5. Air

Air diperlukan untuk memicu proses kimiawi beton yaitu bersenyawa dengan semen. Air juga berfungsi untuk membasahi agregat sampai keadaan jenuh. Dengan peningkatan Faktor Air Semen, maka jumlah air yang tersisa lebih banyak. Air akan mengisi ruang antar partikel sehingga adukan lebih encer. Hal ini dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan. (Sari, 2015).

Air berfungsi untuk reaksi semen memulai pengikatan serta menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Agar

kestabilan dan kekuatan campuran beton terpenuhi, maka salah satu cara adalah dengan meninjau atau menetapkan Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan dalam adukan.

Menurut Darwin (2017), air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Penggunaan air sebagai bahan campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya lebih dari 2 g/l.
3. Tidak mengandung garam- garam yang dapat larut dan merusak beton, asam, zat organik lebih dari 15 g/l.
4. Tidak mengandung klorida Cl 0,5 g/l.
5. Tidak mengandung senyawa sulfat > 1 g/l.

2.6. Faktor Air Semen (FAS)

Faktor Air Semen (FAS) adalah perbandingan jumlah penggunaan air dengan jumlah penggunaan semen (w/c) dalam suatu campuran mortar atau beton. Faktor Air Semen (FAS) atau *water cement ratio* (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton, karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan,

$$FAS = \frac{\text{Berat Air}}{\text{berat semen}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Menurut SNI 03-2834-2000, Faktor Air Semen (FAS) adalah angka perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam beton. Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan:

1. Hubungan kuat tekan dan Faktor Air Semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.
2. Untuk lingkungan khusus, Faktor Air Semen maksimum harus memenuhi SNI 03-1915-1992 tentang spesifikasi beton tahan sulfat dan SNI 03-2914-1994 tentang spesifikasi beton bertulang kedap air. Nilai Faktor Air Semen merupakan faktor utama dalam menghasilkan kekuatan tekan beton. Penggunaan nilai Faktor Air Semen yang berlainan akan memberikan kekuatan yang berbeda. Nilai Faktor Air Semen maksimum dalam PBI 1971 adalah berkisar antara 0,52 sampai 0,6 dan nilai slump test berkisar antara 2,5–12,5 cm dengan harapan mutu beton yang disyaratkan terpenuhi, tidak terjadi pemisahan dari adukan dan beton dapat dikerjakan dengan baik, nilai faktor air-semen adalah tergantung kepada kandungan semen yang diperlukan untuk menyelimuti batu pecah dengan baik. Umumnya, nilai faktor air-semen yang digunakan adalah di antara 0,38 hingga 0,52. (Dewi, 2016).

Fungsi FAS, yaitu:

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Faktor Air Semen juga sangat berhubungan dengan kuat tekan, bahwa pada bahan beton dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton, asalkan campuran beton tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. Umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton minimal 0,4 dan maksimal 0,65.

Menurut Sari(2015), bila faktor air semen terlalu rendah, maka adukan beton sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai Faktor Air Semen optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum. Kepadatan adukan

beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton setelah mengeras. Adanya udara sebanyak 5% dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 35% dan pori-pori sebanyak 10% dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 60%.

Faktor Air Semen optimum akan memberikan kekuatan dan kepadatan maksimum. Penggunaan faktor air semen yang terlalu tinggi mengakibatkan pasta semen menjadi terlalu cair, dan akan mengalir meninggalkan agregat dan menyebabkan pengendapan pasta semen di dasar dan mengakibatkan penurunan porositas. Faktor Air Semen yang terlalu rendah mengakibatkan pasta tidak cukup untuk melapisi agregat. Faktor Air Semen optimum memungkinkan pasta semen untuk melapisi agregat secara seragam. (Ginting, 2015).

2.7. Penelitian yang Relevan

Pada penelitian Gozali (2018), dengan judul “Pengaruh Penggunaan Abu Dasar (*Bottom Ash*) pada *Paving Block* dengan Campuran Limbah Kerang Sebagai Substitusi Semen”. Peneliti menggunakan Abu Dasar (*Bottom Ash*) dan campuran limbah kerang menghasilkan ketahanan aus optimum sebesar 0,086 mm/menit dan masuk ke dalam kategori mutu A yang dapat diaplikasikan untuk perkerasan jalan, sedangkan hasil optimum untuk penyerapan air diperoleh sebesar 6,076% dan masuk dalam kategorikelas B yang dapat diaplikasikan untuk area parkir.

Pada penelitian Nuhun (2019), dengan judul “Pengaruh Penambahan Bubuk Sedimen Teluk Kendari terhadap Kuat Tekan dan Keausan *Paving Block*” menghasilkan semakin tinggi penambahan sedimen dalam pembuatan *paving block* maka mutu *paving block* yang dihasilkan akan semakin rendah. *Paving block* yang dihasilkan dari penelitan ini hanya dapat diterapkan untuk pembangunan infrastruktur tempat parkir mobil dan area pejalan kaki.

Pada penelitian Putri (2019), dengan judul “Sifat Fisik *Paving Block* Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (*Permeable Pavement*)”. Peneliti menggunakan semen PCC (*Portland Composite Cement*), agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan bahan tambahan *silika fume*, abu batu, dan *fiber*. Dengan campuran bahan tersebut menghasilkan *paving block* yang dapat diaplikasikan untuk area parkir dengan kuat tekan yang diperoleh sebesar 20,8 MPa.

Pada penelitian Winanda (2018), yaitu “Pengaruh Penambahan Pecahan Cangkang Siput Sebagai Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*”, menghasilkan *paving block* yang mengalami peningkatan nilai kuat tekan seiring dengan penambahan pecahan cangkang siput variasi 0%, 20%, dan 50% sebesar 21,07, 17,88, dan 11,8 MPa.

2.8. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini terdapat pengaruh penambahan abu cangkang kerang kepah (*Polymesoda erosa*) terhadap kualitas *paving block* yang dihasilkan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, dengan melakukan pendekatan secara kuantitatif. Bahan yang digunakan untuk menghasilkan *paving block* adalah semen, pasir, air, dan abu cangkang kerang kepah (*polymesoda erosa*) sebagai bahan tambahan. Sampel tersebut diuji untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kerang kepah pada komposisi *paving block* serta melihat kualitas atau mutu *paving block* yang dihasilkan. Mutu *paving block* dapat dilihat dari sifat fisis dan sifat mekanis dari komposisi bahan.

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan September 2020-Oktober 2020.

3.1.2. Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian sampel pada penelitian ini dilakukan di:

1. Laboratorium Teknologi Hasil Hutan (THH), Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara. Jln. Tri Darma Ujung No.1 Medan
2. Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Jln. IAIN No. 1 Medan

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Ayakan 100 mesh.
Ayakan digunakan untuk mengayak abu cangkang kerang kepah.
2. Jangka sorong.
Jangka sorong digunakan untuk pengujian ukuran tebal *paving block*.

3. Mistar/penggaris.

Mistar/penggaris digunakan untuk mengukur panjang, lebar dan tinggi *paving block*.

4. Sendok Semen.

Sendok semen digunakan untuk mengaduk campuran abu cangkang kerang kepah ,semen, pasir, dan air.

5. Ember/wadah

Ember digunakan untuk merendam *paving block* pada pengujian daya serap air.

6. Timbangan digital

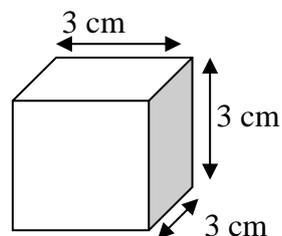
Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa abu cangkang kerang kepah, semen, dan pasir, serta *paving block* yang akan di uji.

7. *Universal Testing Machine* (UTM).

Berfungsi sebagai alat untuk menguji kuat tekan dan kuat lentur.

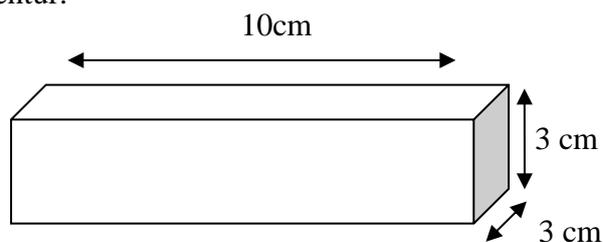
8. Cetakan:

- Kubus ($3 \times 3 \times 3$) cm^3 berfungsi sebagai cetakan untuk sampel densitas, daya serap air, porositas, dan kuat tekan.



Gambar 3.1. Cetakan untuk sampel densitas, daya serap air, porositas, dan kuat tekan

- Balok ($10 \times 3 \times 3$) cm^3 berfungsi sebagai cetakan untuk sampel uji kuat lentur.



Gambar 3.2. Cetakan sampel uji kuat lentur

9. Gelas ukur 100 ml

Gelas ukur digunakan sebagai takaran volume air.

3.2.2. Bahan Penelitian

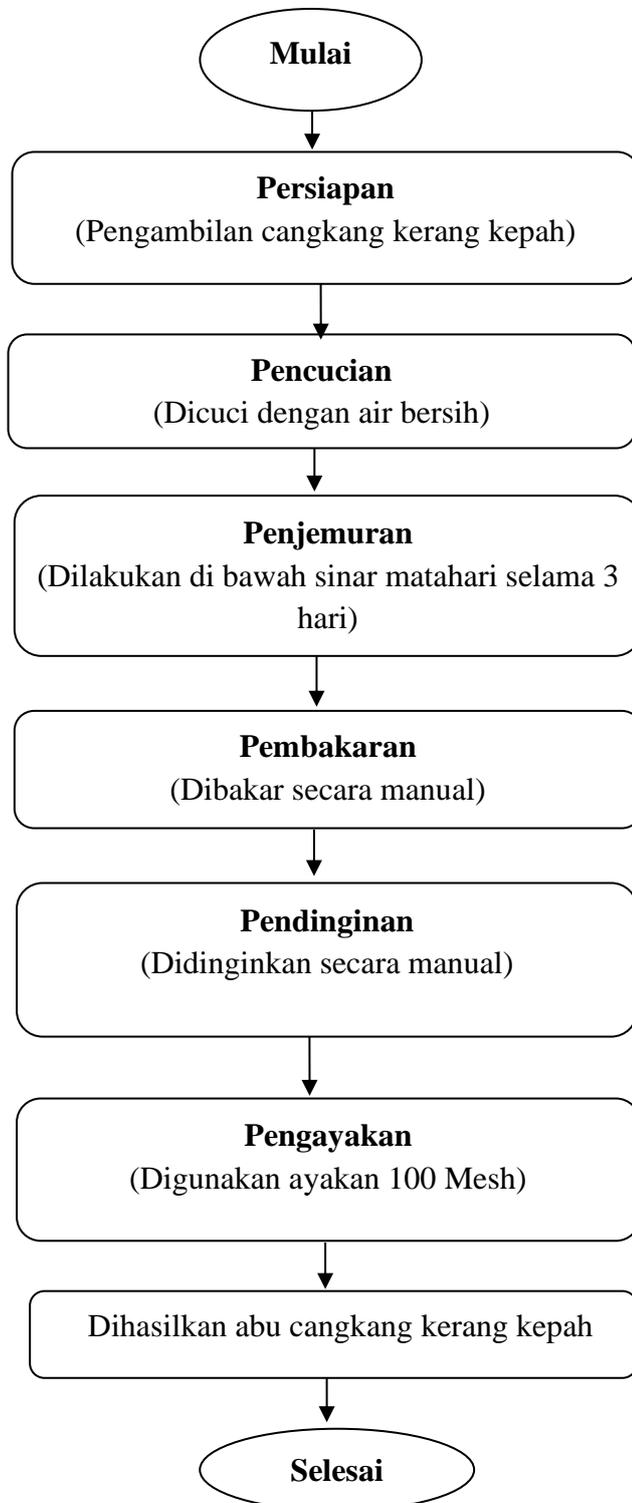
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Abu cangkang kerang kepah
2. Semen *Portland* jenis I
3. Agregat halus (pasir)
4. Air

3.3. Diagram Alir Penelitian

3.3.1. Tahap Pembuatan Abu Cangkang Kerang Kepah

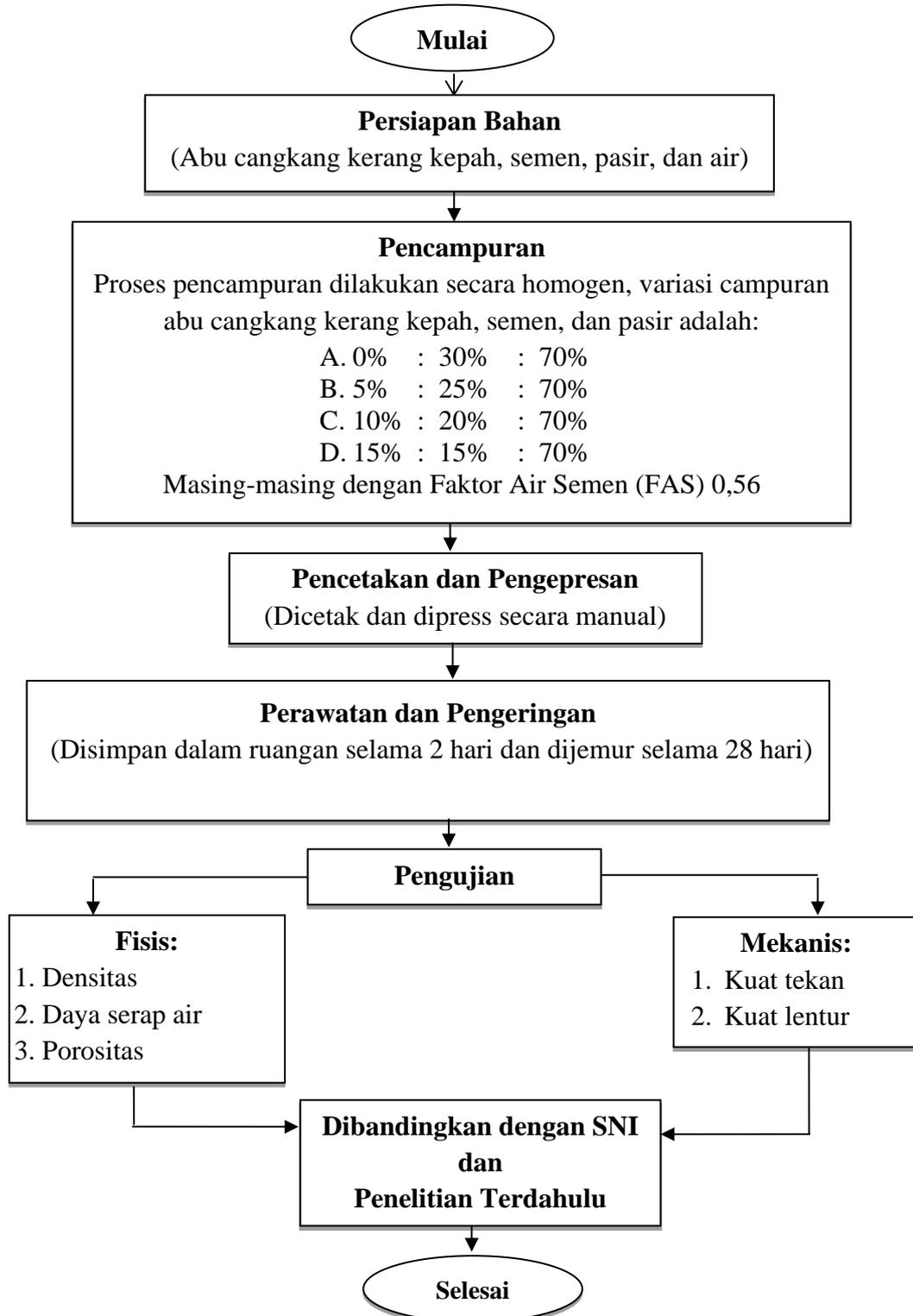
Adapun tahapan pembuatan abu cangkang kerang kepah dapat dilihat pada diagram alir di bawah:



Gambar 3.3. Tahap pembuatan abu cangkang kerang kepah

3.3.2. Tahap Pembuatan dan Karakterisasi *Paving Block*

Adapun tahapan pembuatan dan karakterisasi *paving block* dapat dilihat pada diagram alir di bawah:



Gambar 3.4. Tahap pembuatan dan karakterisasi *paving block*

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Pembuatan Abu Cangkang Kerang Kepah

Adapun proses pembuatan abu cangkang kerang kepah adalah:

1. Menyediakan limbah cangkang kerang kepah.
2. Melakukan proses pembersihan cangkang kerang dari kotoran yang ada.
3. Melakukan proses penjemuran cangkang kerang kepah yang telah bersih dibawah sinar matahari selama 3 hari.
4. Kemudian cangkang kerang kepah dibakar secara manual, dengan menggunakan kaleng yang bagian bawahnya diberi beberapa lubang, setelah menjadi abu lalu dipindahkan ke wadah dan dibiarkan sampai dingin dengan sendirinya.
5. Kemudian melakukan pengayakan abu cangkang kerang kepah menggunakan ayakan ukuran 100 mesh.

Penelitian ini dilakukan untuk pembuatan *paving block* berbahan dasar semen, pasir, dan air, dengan variasi campuran abu cangkang kerang kepah yang kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Parameter yang diuji terdiri atas: densitas, daya serap air, porositas, kuat tekan dan kuat lentur. Rancangan pencampuran bahan dasar dengan abu cangkang kerang kepah dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rancangan pencampuran bahan dasar dengan abu cangkang kerang kepah

Kode uji sampel	Komposisi pencampuran abu cangkang kerang kepah, semen, dan pasir			Faktor Air Semen FAS
	Abu cangkang kerang kepah (%)	Semen (%)	Pasir (%)	
A	0	30	70	0,56
B	5	25	70	0,56
C	10	20	70	0,56
D	15	15	70	0,56

3.4.2. Pembuatan *Paving Block*

Adapun proses pembuatan *paving block* adalah:

1. Menyediakan bahan campuran *paving block* yaitu abu cangkang kerang kepah, semen, pasir, dan air.
2. Membersihkan semua alat yang akan digunakan agar tidak ada bahan-bahan lain yang dapat mempengaruhi campuran *paving block*.
3. Mencampurkan semua bahan campuran *paving block* yang telah ditakar, kemudian aduk hingga campurannya homogen.
4. Menuangkan adonan ke dalam cetakan yang telah tersedia.
5. Mengepress cetakan secara manual sekaligus meratakan permukaan cetakan *paving block*.
6. Cetakan yang telah diisi campuran bahan *paving block* disimpan dalam ruangan perawatan selama 2 hari sampai *paving block* mengeras dan dijemur dibawah sinar matahari selama 28 hari.

3.4.3. Karakterisasi Fisis

3.4.3.1. Densitas

Adapun tahapan karakterisasi fisis densitas adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji.
2. Menimbang massa masing masing benda uji.
3. Mengukur besar volume dari masing-masing variasi benda uji.
4. Menghitung nilai densitas masing-masing benda uji dari data yang dihasilkan.
5. Mencatat besar nilai densitas yang dihasilkan.

3.4.3.2. Daya Serap Air

Adapun tahapan karakterisasi fisis daya serap air adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji, wadah perendaman, dan air secukupnya.
2. Menimbang massa benda uji kering dan catat hasilnya.
3. Masukkan air dan benda uji ke dalam wadah perendaman, kemudian benda uji direndam selama 24 jam.

4. Setelah benda uji diangkat dari wadah perendaman, kemudian dihitung massa benda uji basah.
5. Menghitung nilai daya serap air masing-masing benda uji dari data yang dihasilkan.
6. Mencatat nilai daya serap air yang dihasilkan.

3.4.3.3. Porositas

Adapun tahapan karakterisasi fisis porositas adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji, wadah perendaman, dan air secukupnya.
2. Menimbang massa masing-masing benda uji kering dan catat hasilnya.
3. Mengukur besar volume dari masing-masing variasi benda uji.
4. Masukkan air ke dalam wadah perendaman secukupnya, kemudian benda uji dimasukkan ke dalam wadah tersebut dan direndam selama 24 jam.
5. Setelah benda uji diangkat dari wadah perendaman, kemudian dihitung massa benda uji basah.
6. Menghitung nilai porositas masing-masing benda uji dari data yang dihasilkan.
7. Mencatat nilai porositas yang dihasilkan.

3.4.4. Karakterisasi Mekanis

3.4.4.1. Kuat Tekan

Adapun tahapan karakterisasi mekanis kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji *paving block*.
2. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi untuk masing-masing sampel yang akan diuji kuat tekannya.
3. Meletakkan benda uji (3x3x3) cm³ pada alat uji kuat tekan yaitu tensilon.
4. Menyalakan tombol power kemudian mengamati jarum penunjuk beban, sambil memberikan beban tekan (F) dari atas perlahan demi perlahan sampai *paving block* tersebut hancur.

5. Mencatat besarnya nilai beban tekan maksimum yang terbaca pada komputer.
6. Mengulangi kegiatan 3-6 dengan menggunakan sampel uji untuk kode sampel komposisi yang berbeda.

3.4.4.2. Kuat Lentur

Adapun tahapan karakterisasi mekanis kuat lentur adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji.
2. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi untuk masing-masing sampel yang akan diuji kuat lenturnya.
3. Timbang dan dicatat masing-masing massa benda uji.
4. Meletakkan benda uji ($10 \times 3 \times 3$) cm³ pada alat uji kuat lentur yaitu tensilon.
5. Menyalakan tombol power kemudian mengamati data di dalam komputer, sambil memberikan beban tekan (F) pada titik pembebanan secara perlahan sampai benda uji tersebut patah.
6. Mencatat besarnya nilai beban tekan maksimum yang terbaca pada komputer.
7. Mengulangi kegiatan 3-6 dengan menggunakan sampel uji untuk kode sampel komposisi yang berbeda.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakterisasi Sifat Fisis

Pengujian sifat fisis dilakukan untuk beberapa komposisi variasi campuran melalui uji densitas, uji daya serap air, dan porositas.

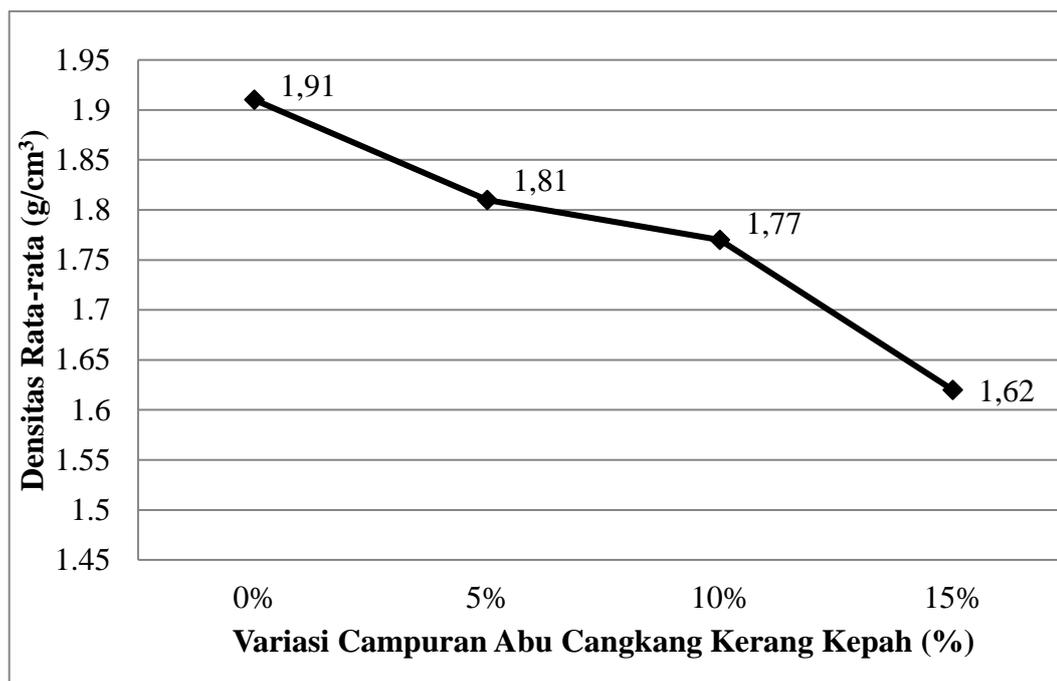
4.1.1. Densitas

Setelah dilakukan pengujian densitas *paving block* diperoleh data seperti pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1. Data Hasil Pengukuran Densitas

Variasi Campuran Abu Cangkang Kerang Kepah	Kode Sampel	Densitas (g/cm ³)	Densitas rata-rata (g/cm ³)	Jurnal Rujukan (g/cm ³)
(0%)	A ₁	1,92	1,91	< 1,9 (Zega, 2019)
	A ₂	1,90		
	A ₃	1,91		
(5%)	B ₁	1,79	1,81	
	B ₂	1,86		
	B ₃	1,79		
(10%)	C ₁	1,78	1,77	
	C ₂	1,78		
	C ₃	1,77		
(15%)	D ₁	1,61	1,62	
	D ₂	1,63		
	D ₃	1,64		

Dari Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa nilai densitas dari *paving block* yang dihasilkan pada variasi campuran 5-15% yaitu 1,81, 1,77, dan 1,62 g/cm³ mencapai nilai densitas beton ringan yaitu tidak lebih dari 1,90 g/cm³, sementara pada variasi 0% dihasilkan nilai densitas 1,91 g/cm³ melebihi nilai densitas pada beton ringan. Berikut adalah grafik pengukuran densitas terhadap variasi campuran abu cangkang kerang kepah:



Gambar 4.1. Grafik Pengukuran Densitas Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah

Dari Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai densitas dalam setiap penambahan abu cangkang kerang kepah dari 0%-15%. Nilai densitas tertinggi terdapat pada 0% campuran cangkang kerang kepah yaitu sebesar 1,91 g/cm³, sedangkan nilai densitas terendah terdapat pada 15% campuran abu cangkang kepah yaitu sebesar 1,62 g/cm³. Penurunan densitas ini disebabkan karena banyaknya variasi campuran abu cangkang kerang kepah, semakin banyak campuran abu cangkang kerang kepah menghasilkan nilai densitas yang kecil. Selain itu, penurunan densitas dipengaruhi oleh besarnya jumlah komposisi pengikat dalam campuran. Semakin besar jumlah komposisi pengikat maka semakin tinggi nilai densitas, sebaliknya, semakin kecil jumlah komposisi pengikat maka semakin rendah nilai densitas atau kerapatannya, hal ini disebabkan karena jika jumlah komposisi pengikat kecil akan menghasilkan benda uji berpori.

Keterangan di atas sama halnya dengan penelitian Winanda (2018), yaitu “Pengaruh Penambahan Pecahan Cangkang Siput Sebagai Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*”, menghasilkan *paving block* yang

mengalami penurunan nilai densitas seiring dengan penambahan persentase pecahan cangkang siput variasi 0%, 20%, dan 50% sebesar 1,8%, 1,79%, dan 1,77%.

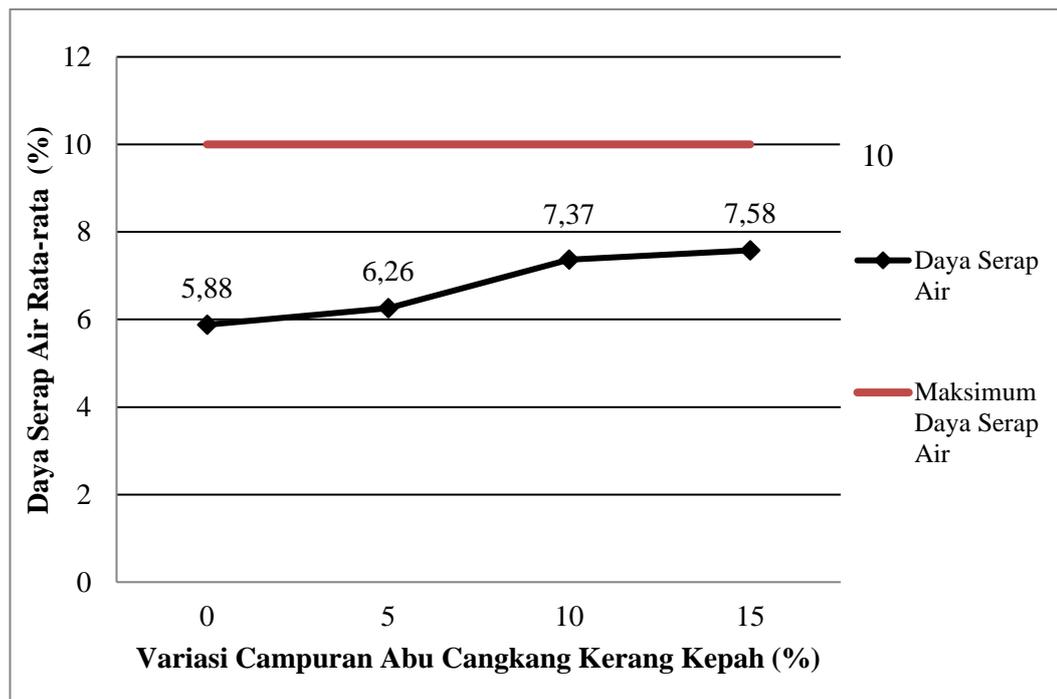
4.1.2. Daya Serap Air

Pengujian daya serap air bertujuan untuk menentukan besarnya persentase air yang diserap oleh *paving block* yang telah direndam selama 24 jam. Dari pengujian penyerapan air hasil diperoleh data seperti pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Daya Serap Air

Variasi Campuran Abu Cangkang Kerang kepah	Kode Sampel	Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air Rata-rata (%)	SNI 03-0691-1996 (%)
(0%)	A ₁	6,63	5,88	Max 10
	A ₂	4,41		
	A ₃	6,60		
(5%)	B ₁	6,21	6,26	
	B ₂	7,01		
	B ₃	5,56		
(10%)	C ₁	7,68	7,37	
	C ₂	7,02		
	C ₃	7,42		
(15%)	D ₁	9,37	7,58	
	D ₂	7,61		
	D ₃	5,77		

Dari tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa nilai daya serap air pada variasi campuran 0-15% yaitu 5,88, 6,26, 7,37, dan 7,58% mencapai nilai standar yang ditetapkan SNI 03-0691-1996 yaitu dengan nilai maksimum 10%. Berikut adalah grafik pengukuran daya serap air terhadap variasi campuran abu cangkang kerang kepah:



Gambar 4.2. Grafik Pengukuran Daya Serap Air Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah

Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai daya serap air dalam setiap penambahan abu cangkang kerang kepah dari 0-15%. Nilai daya serap air terendah terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 0% yaitu sebesar 5,88% , sedangkan nilai daya serap air tertinggi terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 15% yaitu sebesar 7,58%.

Nilai daya serap air pada campuran 0% abu cangkang kerang kepah sebesar 5,88% masuk kedalam standar SNI 03-0691-1996 *paving block* mutu B, sedangkan nilai daya serap air pada campuran 5-15% sebesar 6,26, 7,37, dan 7,58% masuk kedalam standar SNI 03-0691-1996 *paving block* mutu C.

Sifat penyerapan air yang dihasilkan *paving block* cukup tinggi, hal ini dikarenakan pengaruh dari penambahan abu cangkang kerang kepah dan 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 tersebut.

Keterangan di atas sama halnya dengan penelitian Winanda (2018), yaitu “Pengaruh Penambahan Pecahan Cangkang Siput Sebagai Pengganti Agregat

Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*”, menghasilkan *paving block* yang mengalami peningkatan nilai daya serap air seiring dengan penambahan pecahan cangkang siput variasi 0%, 20%, dan 50% sebesar 2,71%, 3,42%, dan 4,48%.

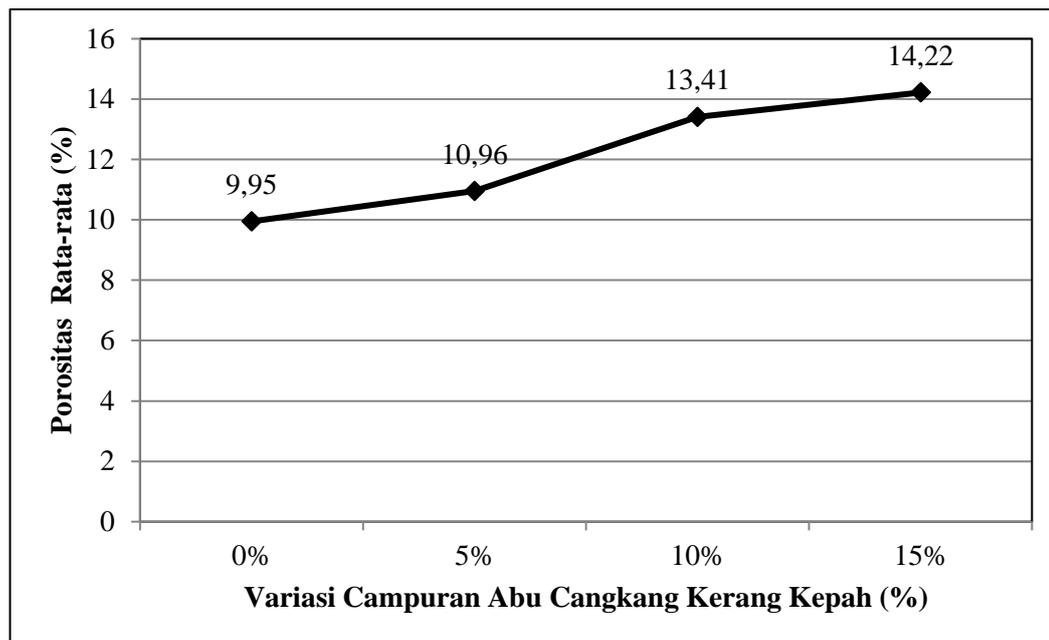
4.1.3. Porositas

Dari pengujian porositas hasil diperoleh data seperti pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Porositas

Variasi Campuran Abu Cangkang Kerang kepah	Kode Sampel	Porositas (%)	Porositas Rata-rata (%)
(0%)	A ₁	11,00	9,95
	A ₂	7,58	
	A ₃	11,29	
(5%)	B ₁	10,60	10,96
	B ₂	12,08	
	B ₃	10,21	
(10%)	C ₁	13,83	13,41
	C ₂	12,67	
	C ₃	13,73	
(15%)	D ₁	17,82	14,22
	D ₂	14,31	
	D ₃	10,53	

Dari tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa nilai porositas pada variasi campuran 0-15% yaitu 9,95, 10,96, 13,41 dan 14,22%. Nilai porositas *paving block* mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase campuran abu cangkang kerang kepah. Berikut adalah grafik pengukuran porositas terhadap variasi campuran abu cangkang kerang kepah:



Gambar 4.3. Grafik Pengukuran Porositas Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah

Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai porositas dalam setiap penambahan abu cangkang kerang kepah dari 0-15%. Nilai porositas terendah terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 0% yaitu sebesar 9,95%, sedangkan nilai porositas tertinggi terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 15% yaitu sebesar 14,22%. Peningkatan nilai porositas ini disebabkan karena semakin banyak persentase campuran abu cangkang kerang kepah menyebabkan kerapatan semakin menurun sehingga pori yang ada pada sampel *paving block* cukup banyak dan menghasilkan nilai porositas yang tinggi.

Dibandingkan dengan penelitian Chairani (2019), yaitu pemanfaatan limbah plastik *polypropylene*, karet ban bekas, dan *fly ash* sebagai bahan baku dalam pembuatan *paving block*. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai porositas *paving block* pada komposisi 50-90% semakin kecil seiring dengan penambahan *polypropylene* yaitu dari 9,45-1,42%. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *polypropylene* dapat menghasilkan nilai porositas yang baik pada *paving block*.

4.2. Karakterisasi Sifat Mekanis

Pengujian sifat mekanis dilakukan untuk beberapa komposisi variasi campuran melalui uji kuat tekan dan uji kuat lentur.

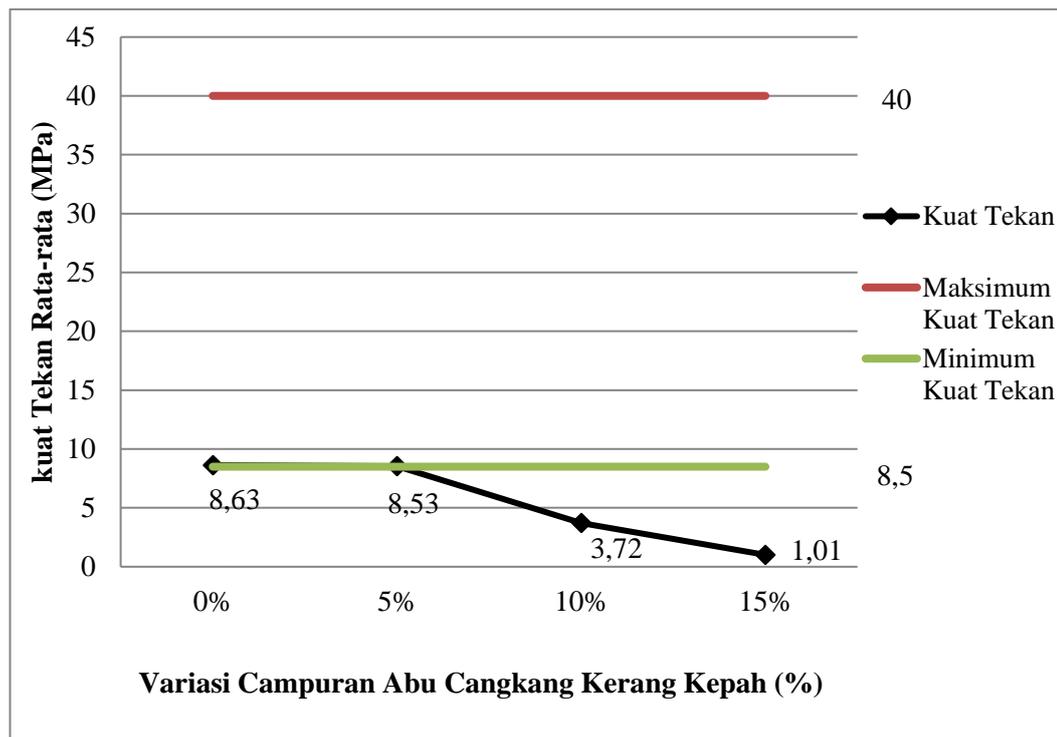
4.2.1. Kuat Tekan

Dari pengujian yang telah dilakukan, maka besarnya kuat tekan dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi Campuran Abu Cangkang Kerang	Kode Sampel	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	SNI 03-0691-1996 (MPa)
(0%)	A ₁	8,86	8,63	Min 8,5 - Max 40
	A ₂	8,25		
	A ₃	8,79		
(5%)	B ₁	8,86	8,53	
	B ₂	7,98		
	B ₃	8,77		
(10%)	C ₁	5,06	3,72	
	C ₂	2,09		
	C ₃	4,03		
(15%)	D ₁	0,90	1,01	
	D ₂	1,00		
	D ₃	1,13		

Dari tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan pada variasi campuran 0-15% yaitu 8,63, 8,53, 3,72, dan 1,01 MPa. Nilai kuat tekan *paving block* mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase campuran abu cangkang kerang kepah. Berikut adalah grafik pengukuran kuat tekan terhadap variasi campuran abu cangkang kerang kepah:



Gambar 4.4. Grafik Pengukuran Kuat Tekan Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah

Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat tekan dalam setiap penambahan abu cangkang kerang kepah dari 0-15%. Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 0% yaitu sebesar 8,63 MPa, sedangkan nilai kuat tekan terendah terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 15% yaitu sebesar 1,01 MPa. Penurunan nilai kuat tekan ini disebabkan karena semakin banyak persentase campuran abu cangkang kerang kepah menyebabkan kerapatan semakin menurun sehingga pori yang ada pada sampel *paving block* cukup banyak dan menghasilkan nilai porositas yang tinggi.

Pada variasi 0 dan 5% campuran abu cangkang kerang kepah menghasilkan nilai kuat tekan yang memenuhi standar SNI 03-0691-1996 *paving block* mutu D yaitu sebesar 8,63 MPa dan 8,53 MPa.

Penurunan nilai kuat tekan ini disebabkan karena persentase penambahan abu cangkang kerang kepah semakin besar maka akan menyebabkan kuat tekan yang rendah. Hal tersebut dapat dilihat dari grafik di atas pada persentase penambahan abu cangkang kerang kepah sebesar 15% mendapatkan hasil kuat

tekan *paving block* yang sangat rendah yaitu sebesar 1,01% dan tidak masuk kedalam standar SNI 03-0691-1996.

Keterangan di atas sama halnya dengan penelitian Winanda (2018), yaitu “Pengaruh Penambahan Pecahan Cangkang Siput Sebagai Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*”, menghasilkan *paving block* yang mengalami peningkatan nilai kuat tekan seiring dengan penambahan pecahan cangkang siput variasi 0%, 20%, dan 50% sebesar 21,07, 17,88, dan 11,8 MPa.

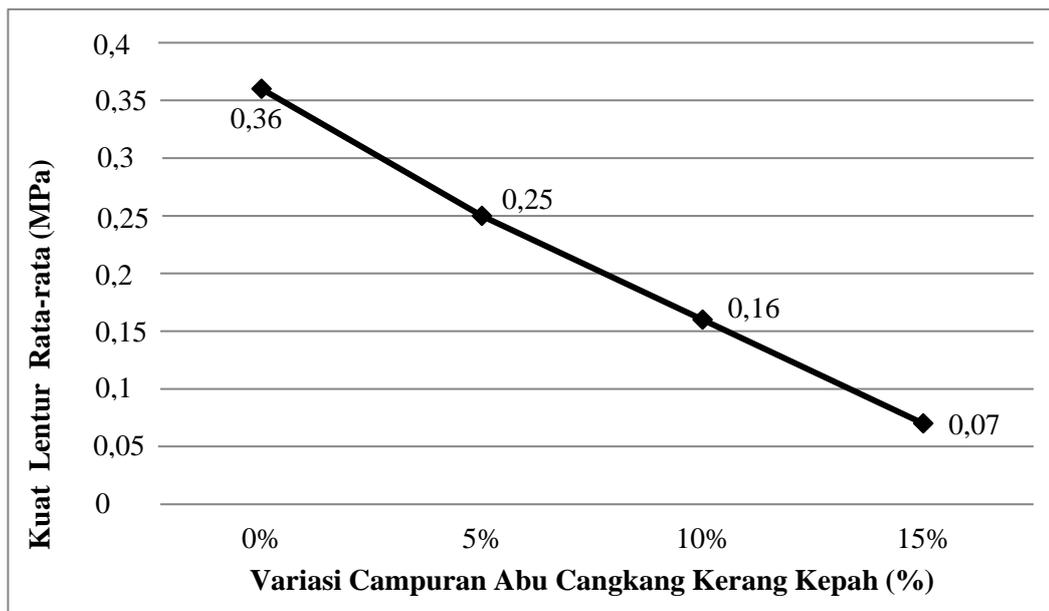
4.2.2. Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap pembebanan dan keelastisan suatu bahan. Dari pengujian kuat lentur diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Kuat Lentur

Variasi Campuran Abu Cangkang Kerang kepah	Kode Sampel	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)
(0%)	A ₁	0,37	0,36
	A ₂	0,43	
	A ₃	0,28	
(5%)	B ₁	0,25	0,25
	B ₂	0,27	
	B ₃	0,25	
(10%)	C ₁	0,19	0,16
	C ₂	0,16	
	C ₃	0,14	
(15%)	D ₁	0,02	0,07
	D ₂	0,11	
	D ₃	0,08	

Dari tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur pada variasi campuran 0-15% yaitu 0,36, 0,25, 0,16, dan 0,07 MPa. Nilai kuat lentur *paving block* mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase campuran abu cangkang kerang kepah. Berikut adalah grafik pengukuran kuat lentur terhadap variasi campuran abu cangkang kerang kepah:



Gambar 4.5. Grafik Pengukuran Kuat Lentur Terhadap Komposisi Abu Cangkang Kerang Kepah

Dari gambar 4.5 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat lentur dalam setiap penambahan abu cangkang kerang kepah dari 0-15%. Nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 0% yaitu sebesar 0,36 MPa, sedangkan nilai kuat lentur terendah terdapat pada variasi campuran abu cangkang kerang kepah 15% yaitu sebesar 0,07 MPa. Hal ini disebabkan bahan campuran abu cangkang kerang kepah memiliki nilai kuat lentur yang sangat rendah.

Keterangan di atas sama halnya dengan penelitian Dewi (2018), yaitu “Analisis Sifat Fisis dan Ketahanan Atas Natrium Sulfat *Paving Block* Dengan Variasi Serbuk Cangkang Langkitang (*Faunus ater*) dan Penambahan Serat Ijuk (*Arrenge pinnata*)”, menghasilkan *paving block* tidak memiliki nilai kuat lentur seiring dengan penambahan serbuk cangkang langkitang. Pada penambahan serbuk cangkang langkitang variasi 0%, 10%, dan 20% sebesar 0,000 N/mm², berarti dalam hal ini penambahan serbuk cangkang langkitang tidak memiliki nilai kuat lentur.

Dibandingkan dengan penelitian chairani (2019), yaitu pemanfaatan limbah plastik *polypropylene*, karet ban bekas, dan *fly ash* sebagai bahan baku dalam pembuatan *paving block*. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa

nilai kuat lentur *paving block* pada komposisi campuran *polypropylene* 0-90% semakin meningkat yaitu sebesar 0,63–23,26%. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *polypropylene* dapat menghasilkan nilai kuat lentur yang baik pada *paving block*.

4.3. Pembahasan Penelitian

Dari hasil penelitian pembuatan *paving block* dengan penambahan abu cangkang kerang kepah menghasilkan:

1. Penurunan nilai densitas pada *paving block* sebesar 1,91-162 g/cm³, untuk variasi 0% campuran abu cangkang kerang kepah melebihi batas nilai densitas beton ringanyaitu sebesar 1,91 g/cm³, sedangkan pada variasi campuran 5-15% abu cangkang kerang kepah memenuhi standar nilai densitas beton ringan yaitu tidak lebih dari 1,90g/cm³. Hal ini disebabkan karena campuran abu cangkang kerang kepah memiliki nilai densitas yang kecil.
2. Peningkatan nilai daya serap air pada *paving block* sebesar 5,88-7,58 % dan memenuhi standar SNI 03-0691-1996 masuk dalam kategori mutu B dan mutu C. Jika dalam proses pencetakan sampel pematatannya maksimal maka sangat memungkinkan *paving block* yang dihasilkan masuk dalam kategori mutu A.
3. Peningkatan nilai porositas pada *paving block* sebesar 9,95-14,22%, hal ini disebabkan karena besarnya jumlah penambahan abu cangkang kerang kepah dan juga kurangnya pematatan pada saat proses pencetakan *paving block* sehingga menimbulkan pori pada *paving block*.
4. Penurunan nilai kuat tekan pada *paving block* sebesar 8,63-1,01 MPa dan memenuhi standar SNI 03-0691-1996 masuk dalam kategori mutu D yaitu pada variasi penambahan abu cangkang kerang kepah sebesar 0 dan 5%. Hal ini disebabkan karena besarnya jumlah penambahan abu cangkang kerang kepah dan juga kurangnya pematatan pada saat pencetakan sampel *paving block* sehingga *paving block* mengalami penurunan kuat tekan.
5. Penurunan nilai kuat lentur pada *paving block* sebesar 0,36-0,07 MPa, hal ini disebabkan karena abu cangkang kerang kepah memiliki nilai kuat

lentur yang rendah, sehingga semakin besar penambahan abu cangkang kerang kepah maka kuat lentur yang dihasilkan semakin kecil.

6. Aplikasi *paving block* yang dihasilkan yaitu untuk pelataran taman karena memiliki kuat tekan sebesar 8,53 MPa dan masuk dalam kategori mutu D.
7. Setelah dilakukan penelitian pengaruh penambahan abu cangkang kerang kepah terhadap kualitas *paving block*, dapat dilihat hasil karakterisasi masing masing sampel bahwa dengan adanya penambahan abu cangkang kerang kepah diperoleh penurunan pada nilai kuat tekan, dan peningkatan pada nilai daya serap air, serta aplikasi *paving block* yang dihasilkan hanya masuk dalam kategori terendah mutu D pada SNI 03-0691-1996 yaitu digunakan sebagai pelataran taman. Hal ini disebabkan karena pada saat pembuatan *paving block* alat yang digunakan secara manual, tidak menggunakan peralatan yang biasa digunakan sebagai pembuatan bahan konstruksi bahan bangunan pada umumnya yang sesuai standar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan abu cangkang kerang kepah (*Polymesoda erosa*) terhadap kualitas *paving block*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan abu cangkang kerang kepah sebagai pengganti semen memiliki pengaruh terhadap kualitas *paving block*, dengan penambahan abu cangkang kerang kepah sebesar 5-15% menghasilkan nilai daya serap air yang telah memenuhi SNI 03-0691-1996. Namun pada nilai kuat tekan, hasil yang memenuhi SNI 03-0691-1996 hanya pada variasi penambahan abu cangkang kerang kepah sebesar 5%, untuk variasi penambahan sebesar 10-15% mempengaruhi semakin rendahnya kualitas *paving block* yang dihasilkan dan tidak masuk kedalam nilai SNI 03-0691-1996.
2. Komposisi pencampuran abu cangkang kerang kepah, semen, pasir yang paling optimal yaitu 5% : 15% : 70% dengan FAS 0,56 untuk pengujian daya serap air, dan kuat tekan, karena memenuhi standar SNI 03-0691-1996. Sedangkan pada variasi campuran lainya tidak optimal.
3. Aplikasi dari *paving block* yang dihasilkan yaitu sebagai pelataran taman, dengan variasi penambahan abu cangkang kerang kepah sebesar 5%, karena kuat tekan yang dihasilkan sebesar 8,53 MPa sudah memenuhi syarat mutu D pada *paving block* yang ditetapkan SNI 03-0691-1996.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis, maka disarankan:

1. Kepada peneliti selanjutnya sebaiknya pada saat proses pencetakan *paving block* dipress menggunakan alat *hot press*, dan pada saat pencampuran bahan digunakan mesin *mixer* beton agar *paving block* yang

dihasilkan padat dan tidak berongga sehingga nilai densitas meningkat sehingga nilai kuat tekan juga meningkat.

2. Kepada peneliti selanjutnya agar menghindari penjemuran *paving block* langsung terpapar sinar matahari agar sampel tidak retak.
3. Kepada peneliti selanjutnya untuk menambahkan bahan campuran pengikat selain semen agar semakin banyak jumlah pengikat maka *paving block* yang dihasilkan lebih baik kualitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Candra. 2010. *Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx sebagai Substitusi Pasir terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air dan Ketahanan AusPaving Block*. Jurnal Widya Teknika. Vol 20(1): 18 – 24.
- As'ari, Yusni. 2018. *Studi Kelimpahan dan Pola Pertumbuhan Kerang Kepah (meretix – meretix) di Perairan Estuari Suaka Margasatwa Karang Gading Kabupaten Deli Serdang*. [Skripsi] : Universitas Sumatera Utara: 3-5.
- Darwin, Zulmahdi.dkk. 2017. *Beton Non Pasir dengan Penggunaan Agregat Lokal dari Merak*.Jurnal Fondasi.Vol 6 (1): 101-105.
- Dewi, Mutia Sukma, dan Alimin Mahyudin. 2018. *Analisis Sifat Fisis dan Ketahanan Atas Natrium Sulfat Paving Block dengan Variasi Serbuk Cangkang Langkitang (Faunus ater) dan Penambahan Serat Ijuk (Arrenge pinnata)*. Jurnal Fisika Unand. Vol.7 (4): 343-344.
- Dewi, Nindya Rossavina. Dkk. 2016. *Studi Pemanfaatan Limbah B3 Karbit dan Fly Ash sebagai Bahan Campuran Beton Siap Pakai (BSP)*. Jurnal Presipitasi. Vol 13(1): 35-38.
- Ghozali, Hilal Achmad. 2018. *Pengaruh Penggunaan Abu Dasar (Bottom Ash) pada Paving Block dengan Campuran Limbah Kerang sebagai Substitusi Semen*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil. Vol 1(1): 49-51.
- Ginting, Arusmalem. 2015. *Pengaruh Rasio Agregat Semen dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous*. Jurnal Teknik. Vol 5(1): 1 - 85.
- Hairunisa. dkk. 2019. *Sintesis Kalsium Oksida dari Cangkang Kerang Ale-Ale (Meretrix Meretrix) pada Suhu Kalsinasi 700°C*. Jurnal Kimia Khatulistiwa. Vol 8(1): 36 – 40.
- Hidayati, Ratna. 2016. *Peningkatan Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah Dan Semen Dengan Alat Pemadat Modifikasi*. [Skripsi]: Universitas Lampung: 65.
- Kadarsah, Anang dan Ika Oksi Susilawati. 2019. *Karakter Morfometri Kerang Kepah Polymesoda Erosa dari Dua Jenis Vegetasi Mangrove*

- (*Avicennia Marina dan Rhizopora Apiculata*). Jurnal Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat. Vol 4 (1) : 168 – 173.
- Maulana, Iqbal. 2019. *Sifat Mekanik Paving Block Komposit sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement)*. Jurnal Teknik. Vol 13(1) : 10-12.
- Nuhun, Ridwansyah.dkk. 2019. *Pengaruh Penambahan Bubuk Sedimen Teluk Kendari Terhadap Kuat Tekan dan Keausan Paving Block*. Seminar Nasional Teknologi Terapan Inovasi Dan Rekayasa (SNT2IR). ISBN: 978-602-51407-1-6 : 374 – 349.
- Purwanto, Edy.dkk.2016. *Pengaruh Semen Opc dan Pcc Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Beton Mutu Tinggi Faktor Air Semen 0,36 dan 0,39*. Jurnal Rekayasa. Vol 20(1) : 30 – 39.
- Putri, Chairani. 2019. *Pemanfaatan Limbah Plastik Polypropylene, Karet Ban Bekas, dan Fly Ash Sebagai Bahan Baku dalam Pembuatan Paving Block*. [Skripsi] : Universitas Sumatera Utara
- Putri, Elisyani Eka. 2019. *Sifat Fisik Paving Block Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement)*. Jurnal Teknik. Vol 13(7) : 2 – 7.
- Prayuda, Hakas.dkk. 2017. *Analisa Sifat Fisik dan Mekanik Bata Beton di Yogyakarta*. Jurnal Rekayasa Sipil. Vol.6(1) : 30.
- Sari, Rosie Arizky Intan.dkk. 2015. *Pengaruh Jumlah Semen dan FAS terhadap Kuat Tekan Beton dengan Agregat yang berasal dari Semen*. Jurnal Sipil Statik. Vol 13(1) : 69 – 72.
- Standard Nasional Indonesia (SNI). 1996. *Bata Beton (Paving Block)*. SNI 03-0691-1996. Badan Standardisasi Nasional.
- Wijaya, Chandra.dkk. 2019. *Penentuan Komposisi Lapisan Paving Block untuk Mendapatkan Kuat Tekan Yang Optimal*. Jurnal Ilmiah Widya Teknik. Vol 17(1) : 9 – 11.
- Wijaya, Miguel Felix.dkk. 2019. *Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Terbang Hybrid Menggunakan Semen Portland*. Jurnal Teknik. Vol 13(1) : 62 – 69.

- Winanda, Fitra Ary. 2018. *Pengaruh Penambahan Pecahan Cangkang Siput Sebagai Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan Paving Block.*[Skripsi] Universitas Medan Area: 63-64.
- Zega, Arman Zulmi. 2019. *Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan Menggunakan Abu Vulkanik Sinabung Serta Serat Sabut Pinang Sebagai Agregat dengan Perekat Polyester.* [Skripsi] Universitas Sumatera Utara: 10.

LAMPIRAN 1 GAMBAR ALAT-ALAT PERCOBAAN

1. Ayakan 100 mesh



2. Jangka Sorong



3. Mistar



4. Sendok Semen



5. Wadah Perendaman Sampel



6. Timbangan Digital



7. Universal Testing Machine (UTM)



8. Cetakan Ukuran 3x3x3 cm³



9. Cetakan Ukuran 10 x3x3 cm³



10. Gelas Ukur 100 ml



11. Alat Press Manual



LAMPIRAN 2
GAMBAR BAHAN PERCOBAAN

1. Pasir



2. Semen



3. Abu Cangkang Kerang Kepah



4. Air



LAMPIRAN 3
GAMBAR SAMPEL UJI *PAVING BLOCK*

1. Sampel Uji Densitas, Daya Serap Air, Porositas dan Kuat Tekan



2. Sampel Uji Kuat Lentur



LAMPIRAN 4
DATA PENGUJIAN DENSITAS

Variasi Campuran	Kode Sampel	Massa Benda Uji (g)	Volume Benda Uji (cm ³)
(0%)	A ₁	53,02	27,54
	A ₂	52,91	27,81
	A ₃	53,36	27,81
(5%)	B ₁	49,78	27,81
	B ₂	51,28	27,54
	B ₃	49,95	27,81
(10%)	C ₁	49,29	27,54
	C ₂	50,02	27,81
	C ₃	49,48	27,81
(15%)	D ₁	44,84	27,81
	D ₂	45,11	27,54
	D ₃	45,41	27,54

Hasil pengujian densitas dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.1) dengan perhitungan dari data pada lampiran 4 adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Untuk variasi campuran (0%)

1. Massa benda uji (m) = 53,02 g
 Volume benda uji (V) = s x s x s
 = 3,02 x 3,02 x 3,02
 = 27,54 cm³

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{53,02}{27,52} \\ &= 1,92 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2. \text{ Massa benda uji (m)} &= 52,91 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji (V)} &= s \times s \times s \\
&= 3,03 \times 3,03 \times 3,03 \\
&= 27,81 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{m}{V} \\
&= \frac{52,91}{27,81} \\
&= 1,90 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \text{ Massa benda uji (m)} &= 53,36 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji (V)} &= s \times s \times s \\
&= 3,03 \times 3,03 \times 3,03 \\
&= 27,81 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{m}{V} \\
&= \frac{53,36}{27,81} \\
&= 1,91 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\begin{aligned}
\text{Densitas } (\rho) \text{ rata - rata} &= \frac{1,92 + 1,90 + 1,91}{3} \\
&= \frac{589,95}{3} \\
&= 1,91 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (5%)

$$\begin{aligned}
1. \text{ Massa benda uji (m)} &= 49,78 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji (V)} &= s \times s \times s \\
&= 3,03 \times 3,03 \times 3,03 \\
&= 27,81 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{49,78}{27,81} \\ &= 1,79 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

2. Massa benda uji (m) = 51,28 g
Volume benda uji (V) = s x s x s
= 3,02 x 3,02 x 3,02
= 27,54 cm³

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{51,28}{27,54} \\ &= 1,86 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

3. Massa benda uji (m) = 49,95 g
Volume benda uji (V) = s x s x s
= 3,03 x 3,03 x 3,03
= 27,81 cm³

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{49,95}{27,81} \\ &= 1,79 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\begin{aligned}\text{Densitas } (\rho) \text{ rata - rata} &= \frac{1,79+1,86+1,79}{3} \\ &= \frac{5,44}{3} \\ &= 1,81 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (10%)

1. Massa benda uji (m) = 49,29 g
Volume benda uji (V) = s x s x s
= 3,02 x 3,02 x 3,02
= 27,54 cm³

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{49,29}{27,54} \\ &= 1,78 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

2. Massa benda uji (m) = 50,02 g
Volume benda uji (V) = s x s x s
= 3,03 x 3,03 x 3,03
= 27,81 cm³

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{50,02}{27,81} \\ &= 1,78 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

3. Massa benda uji (m) = 49,48 g
Volume benda uji (V) = s x s x s
= 3,03 x 3,03 x 3,03
= 27,81 cm³

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{49,48}{27,81} \\ &= 1,77 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\begin{aligned}\text{Densitas } (\rho) \text{ rata - rata} &= \frac{1,78+1,78+1,77}{3} \\ &= \frac{5,33}{3} \\ &= 1,77 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (15%)

$$\begin{aligned}1. \text{ Massa benda uji (m)} &= 44,84 \text{ g} \\ \text{Volume benda uji (V)} &= s \times s \times s \\ &= 3,03 \times 3,03 \times 3,03 \\ &= 27,81 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{44,84}{27,81} \\ &= 1,61 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}2. \text{ Massa benda uji (m)} &= 45,11 \text{ g} \\ \text{Volume benda uji (V)} &= s \times s \times s \\ &= 3,02 \times 3,02 \times 3,02 \\ &= 27,54 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{45,11}{27,54} \\ &= 1,63 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \text{ Massa benda uji (m)} &= 45,41 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji (V)} &= s \times s \times s \\
&= 3,02 \times 3,02 \times 3,02 \\
&= 27,54 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Besar densitas (ρ) benda uji berdasarkan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{m}{V} \\
&= \frac{45,41}{27,54} \\
&= 1,64 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\begin{aligned}
\text{Densitas } (\rho) \text{ rata - rata} &= \frac{1,61+1,63+1,64}{3} \\
&= \frac{4,88}{3} \\
&= 1,62 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

LAMPIRAN 5
DATA PENGUJIAN DAYA SERAP AIR

Variasi Campuran	Kode Sampel	Massa Basah (g)	Massa Kering (g)
(0%)	A ₁	49,16	46,10
	A ₂	49,45	47,36
	A ₃	50,22	47,11
(5%)	B ₁	50,44	47,49
	B ₂	54,28	50,72
	B ₃	52,36	49,60
(10%)	C ₁	53,36	49,55
	C ₂	53,15	49,66
	C ₃	54,52	50,75
(15%)	D ₁	57,26	52,35
	D ₂	56,25	52,27
	D ₃	53,68	50,75

Pengujian daya serap air dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.2) dengan perhitungan daya serap air dari data lampiran 5 adalah sebagai berikut:

Untuk variasi campuran (0%)

1. Massa kering (m_k) = 46,10 g

Massa basah (m_b) = 49,16 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\
 &= \frac{49,16 - 46,10}{46,10} \times 100\% \\
 &= \frac{3,06}{46,10} \times 100\% \\
 &= 6,63\%
 \end{aligned}$$

2. Massa kering (m_k) = 47,36 g

Massa basah (m_b) = 49,45 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{49,45 - 47,36}{47,36} \times 100\% \\ &= \frac{2,09}{47,36} \times 100\% \\ &= 4,41\%\end{aligned}$$

3. Massa kering (m_k) = 47,11 g

Massa basah (m_b) = 50,65 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{50,22 - 47,11}{47,11} \times 100\% \\ &= \frac{3,11}{47,11} \times 100\% \\ &= 6,60\%\end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air rata-rata :

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air Rata - rata} &= \frac{6,63 + 4,41 + 6,60}{3} \\ &= \frac{17,64}{3} \\ &= 5,88\%\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (5%)

1. Massa kering (m_k) = 47,49 g

Massa basah (m_b) = 50,44 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}
\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\
&= \frac{50,44 - 47,49}{47,49} \times 100\% \\
&= \frac{2,95}{47,49} \times 100\% \\
&= 6,21\%
\end{aligned}$$

2. Massa kering (m_k) = 50,72 g

Massa basah (m_b) = 54,24 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}
\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\
&= \frac{54,28 - 50,72}{50,72} \times 100\% \\
&= \frac{3,97}{50,72} \times 100\% \\
&= 7,01\%
\end{aligned}$$

3. Massa kering (m_k) = 49,60 g

Massa basah (m_b) = 52,36 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}
\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\
&= \frac{52,36 - 49,60}{49,60} \times 100\% \\
&= \frac{2,76}{49,60} \times 100\% \\
&= 5,56\%
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air arat-rata :

$$\begin{aligned}
\text{Daya Serap Air Rata - rata} &= \frac{6,21 + 7,01 + 5,56}{3} \\
&= \frac{18,78}{3} \\
&= 6,26\%
\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (10%)

1. Massa kering (m_k) = 49,55 g

Massa basah (m_b) = 53,36 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{53,36 - 49,55}{49,55} \times 100\% \\ &= \frac{3,81}{49,55} \times 100\% \\ &= 7,68 \%\end{aligned}$$

2. Massa kering (m_k) = 49,66 g

Massa basah (m_b) = 53,15 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{53,15 - 49,66}{49,66} \times 100\% \\ &= \frac{3,49}{49,66} \times 100\% \\ &= 7,02 \%\end{aligned}$$

3. Massa kering (m_k) = 50,75 g

Massa basah (m_b) = 54,52 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{54,52 - 50,75}{50,75} \times 100\% \\ &= \frac{3,77}{50,75} \times 100\% \\ &= 7,42 \%\end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air arat-rata :

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air Rata - rata} &= \frac{7,68+7,02+7,42}{3} \\ &= \frac{22,12}{3} \\ &= 7,37 \%\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (15%)

1. Massa kering (m_k) = 57,25 g

Massa basah (m_b) = 52,35 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{57,26 - 52,35}{52,35} \times 100\% \\ &= \frac{4,91}{52,35} \times 100\% \\ &= 9,37 \%\end{aligned}$$

2. Massa kering (m_k) = 52,27 g

Massa basah (m_b) = 56,25 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{56,25 - 52,27}{52,27} \times 100\% \\ &= \frac{3,98}{52,27} \times 100\% \\ &= 7,61 \%\end{aligned}$$

3. Massa kering (m_k) = 50,75 g

Massa basah (m_b) = 53,68 g

Besar nilai daya serap air sampel berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{53,68 - 50,75}{50,75} \times 100\% \\ &= \frac{2,93}{50,75} \times 100\% \\ &= 5,77\%\end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air arat-rata :

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air Rata - rata} &= \frac{9,37 + 7,61 + 5,77}{3} \\ &= \frac{22,75}{3} \\ &= 7,58\%\end{aligned}$$

LAMPIRAN 6
DATA PENGUJIAN POROSITAS

Variasi Campuran	Kode Sampel	Massa Basah (g)	Massa Kering (g)	Volume (cm ³)
(0%)	A ₁	49,16	46,10	27,81
	A ₂	49,45	47,36	27,54
	A ₃	50,22	47,11	27,54
(5%)	B ₁	50,44	47,49	27,54
	B ₂	54,28	50,72	27,81
	B ₃	52,44	49,60	27,81
(10%)	C ₁	53,36	49,55	27,81
	C ₂	53,15	49,66	27,54
	C ₃	54,52	50,75	27,81
(15%)	D ₁	57,26	52,35	27,54
	D ₂	56,25	52,27	27,81
	D ₃	53,68	50,75	27,81

Pengujian porositas dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.3) dengan perhitungan daya serap air dari data lampiran 6 adalah sebagai berikut:

Untuk variasi campuran (0%)

1. Massa kering (m_k) = 46,10 g
 Massa basah (m_b) = 49,16 g
 Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}
 \text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\
 &= \frac{49,16 - 46,10}{27,81} \times 100\% \\
 &= \frac{3,06}{27,81} \times 100\% \\
 &= 11,00\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2. \text{ Massa kering } (m_k) &= 47,36 \text{ g} \\
\text{Massa basah } (m_b) &= 49,45 \text{ g} \\
\text{Volume (V)} &= 27,54 \text{ cm}^3 \\
\rho_{air} &= 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}
\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\
&= \frac{49,45 - 47,36}{27,54} \times 100\% \\
&= \frac{2,09}{27,54} \times 100\% \\
&= 7,58\%
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \text{ Massa kering } (m_k) &= 47,11 \text{ g} \\
\text{Massa basah } (m_b) &= 50,22 \text{ g} \\
\text{Volume (V)} &= 27,54 \text{ cm}^3 \\
\rho_{air} &= 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}
\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\
&= \frac{50,22 - 47,11}{27,54} \times 100\% \\
&= \frac{3,11}{27,54} \times 100\% \\
&= 11,29\%
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan porositas rata-rata :

$$\begin{aligned}
\text{Porositas Rata - rata} &= \frac{11,00 + 7,58 + 11,29}{3} \\
&= \frac{29,87}{3} \\
&= 9,95\%
\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (5%)

1. Massa kering (m_k) = 47,49 g
Massa basah (m_b) = 50,44 g
Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{50,44 - 47,49}{27,81} \times 100\% \\ &= \frac{2,95}{27,81} \times 100\% \\ &= 10,60\% \end{aligned}$$

2. Massa kering (m_k) = 50,72 g
Massa basah (m_b) = 54,28 g
Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{54,28 - 50,72}{27,81} \times 100\% \\ &= \frac{3,56}{27,81} \times 100\% \\ &= 12,08\% \end{aligned}$$

3. Massa kering (m_k) = 49,60 g
Massa basah (m_b) = 52,36 g
Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{52,36 - 49,60}{27,81} \times 100\% \\ &= \frac{2,84}{27,81} \times 100\% \\ &= 10,21\%\end{aligned}$$

Untuk perhitungan porositas rata-rata :

$$\begin{aligned}\text{Porositas Rata - rata} &= \frac{10,60 + 12,08 + 10,21}{3} \\ &= \frac{32,89}{3} \\ &= 10,96\%\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (10%)

1. Massa kering (m_k) = 49,55 g
Massa basah (m_b) = 53,36 g
Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{53,36 - 49,55}{27,81} \times 100\% \\ &= \frac{3,81}{27,54} \times 100\% \\ &= 13,83\%\end{aligned}$$

2. Massa kering (m_k) = 49,66 g
Massa basah (m_b) = 53,15 g
Volume (V) = 27,54 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{53,15 - 49,66}{27,54} \times 100\% \\ &= \frac{3,59}{27,54} \times 100\% \\ &= 12,67\%\end{aligned}$$

3. Massa kering (m_k) = 50,70 g
Massa basah (m_b) = 54,52 g
Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{54,52 - 50,70}{27,81} \times 100\% \\ &= \frac{3,82}{27,81} \times 100\% \\ &= 13,73\%\end{aligned}$$

Untuk perhitungan porositas rata-rata :

$$\begin{aligned}\text{Porositas Rata - rata} &= \frac{13,83 + 12,67 + 13,73}{3} \\ &= \frac{40,23}{3} \\ &= 13,41\%\end{aligned}$$

Untuk variasi campuran (15%)

1. Massa kering (m_k) = 52,35 g
Massa basah (m_b) = 57,26 g
Volume (V) = 27,54 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{57,26 - 52,35}{27,54} \times 100\% \\ &= \frac{4,91}{27,54} \times 100\% \\ &= 17,82\%\end{aligned}$$

2. Massa kering (m_k) = 52,27 g
Massa basah (m_b) = 56,25 g
Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{56,25 - 52,27}{27,81} \times 100\% \\ &= \frac{3,98}{27,81} \times 100\% \\ &= 14,31\%\end{aligned}$$

3. Massa kering (m_k) = 50,75 g
Massa basah (m_b) = 53,65 g
Volume (V) = 27,81 cm³
 ρ_{air} = 1000 kg/m³ = 1 g/cm³

Besar nilai porositas sampel berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{m_b - m_k}{\rho_{air} \times V} \times 100\% \\ &= \frac{53,68 - 50,75}{27,81} \times 100\% \\ &= \frac{2,93}{27,81} \times 100\% \\ &= 10,53\%\end{aligned}$$

Untuk perhitungan porositas rata-rata :

$$\begin{aligned}\text{Porositas Rata - rata} &= \frac{17,82+14,31+10,53}{3} \\ &= \frac{42,66}{3} \\ &= 14,22 \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN 7
DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN

Variasi Campuran Abu Cangkang Kerang	Kode Sampel	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
(0%)	A ₁	8,86	8,63
	A ₂	8,25	
	A ₃	8,79	
(5%)	B ₁	8,86	8,53
	B ₂	7,98	
	B ₃	8,77	
(10%)	C ₁	5,06	3,72
	C ₂	2,09	
	C ₃	4,03	
(15%)	D ₁	0,90	1,01
	D ₂	1,00	
	D ₃	1,13	

LAMPIRAN 8
DATA PENGUJIAN KUAT LENTUR

Variasi Campuran Abu Cangkang Kerang kepah	Kode Sampel	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)
(0%)	A ₁	0,37	0,36
	A ₂	0,43	
	A ₃	0,28	
(5%)	B ₁	0,25	0,25
	B ₂	0,27	
	B ₃	0,25	
(10%)	C ₁	0,19	0,16
	C ₂	0,16	
	C ₃	0,14	
(15%)	D ₁	0,02	0,07
	D ₂	0,11	
	D ₃	0,08	

LAMPIRAN 9
SNI PAVING BLOCK

SNI
Standar Nasional Indonesia

SNI 03-0691-1996



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penyanggahan di web site dan tidak untuk dikomersialkan"

Daftar Isi

Daftar Isi.....	i
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan	1
3 Definisi.....	1
4 Klasifikasi	1
5 Svarat mutu	1
6 Cara pengambilan contoh	2
7 Cara uji.....	2
8 Svarat lulus uji.....	4
9 Syarat penandaan	4



Bata beton (*Paving block*)

1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi acuan, definisi, klasifikasi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat lulus uji dan syarat penandaan bata beton.

2 Acuan

SNI 03 - 0691 - 1989, Bata beton untuk lantai.

3 Definisi

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.

4 Klasifikasi

Bata beton mutu A digunakan untuk jalan.
 Bata beton mutu B digunakan untuk peralatan parkir.
 Bata beton mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
 Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

5 Syarat mutu

5.1 Sifat tampak

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

5.2 Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8%.

5.3 Sifat fisika

Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel 1.

Tabel 1
Sifat-sifat fisika

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
	Rata-rata	Min.	Rata-rata	Min.	
A	40	35	0,090	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

5.4 Ketahanan terhadap natrium sulfat

Bata beton apabila diuji dengan cara seperti pada butir

6.6 tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1%.

6 Cara pengambilan contoh

6.1 Pengambilan contoh

Contoh harus terdiri dari satuan yang utuh. Pengambilan harus dilakukan oleh pembeli atau badan yang diberi kuasa olehnya.

Contoh harus mencerminkan jumlah seluruh satuan dari kelompok dan diambil secara acak.

Contoh diambil dari beberapa tempat di dalam kelompoknya dan di dalam semua keadaan.

6.2 Jumlah contoh

Untuk partai sampai dengan 500.000 buah bata beton, dari setiap kelompok 50.000 buah diambil contoh rata-rata sebanyak 20 buah. Untuk partai lebih dari 500.000 buah, dari setiap kelompok 100.000 buah diambil contoh sebanyak 5 buah.

7 Cara uji

7.1 Sifat tampak

Semua hal tersebut pada butir 4.1 diperiksa dengan pengamatan yang teliti. Bata disusun di atas permukaan yang rata sebagaimana pada pemasangan yang sebenarnya.

7.2 Ukuran

Digunakan peralatan kaliper atau sejenisnya dengan ketelitian 0,1 mm. Pengukuran tebal dilakukan terhadap tiga tempat yang berbeda dan diambil nilai rata-rata.

Pengujian dilakukan terhadap 10 buah contoh uji.

7.3 Kuat tekan

7.3.1 Ambil 10 buah contoh uji masing-masing dipotong berbentuk kubus dan rusuk-rusuknya disesuaikan dengan ukuran contoh uji.

7.3.2 Contoh uji yang telah siap, ditekan hingga hancur dengan mesin penekan yang dapat diatur kecepatannya. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian beban sampai contoh uji hancur, diatur dalam waktu 1 sampai 2 menit. Arah penekanan pada contoh uji disesuaikan dengan arah tekanan beban didalam pemakalannya.

7.3.3 Kuat tekan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L}$$

Keterangan :

P = beban tekan, N

L = luas bidang tekan mm²

Kuat tekan rata-rata dari contoh bata beton dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji.

7.4 Ketahanan aus

7.4.1 Ambil lima buah contoh uji dipotong berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 50 mm x

50 mm dan tebal 20 mm (untuk pengujian ketahanan aus).

7.4.2 Sisa dari pemotongan dibuat benda uji persegi dengan ukuran kurang dari 20 mm (untuk penentuan berat jenis).

7.4.3 Mesin aus yang dipergunakan, cara-cara mengaus dan mencari berat jenis dikerjakan sesuai dengan SNI 03 - 0028 - 1987, Cara uji ubh semen.

7.5 Penyerapan air

7.5.1 Lima buah benda uji dalam keadaan utuh direndam dalam air hingga jenuh (24 jam), ditimbang beratnya dalam keadaan basah.

7.5.2 Kemudian dikeringkan dalam dapur pengering selama kurang lebih 24 jam, pada suhu kurang lebih 105°C sampai beratnya pada dua kali penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% penimbangan yang terdahulu.

7.5.3 Penyerapan air dihitung sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat bata beton basah

B = berat bata beton kering

7.6 Ketahanan terhadap natrium sulfat

7.6.1 Peralatan

- a) Larutan jenuh garam natrium sulfat yang jernih dengan berat jenis antara 1,151 - 1,174.
- b) Bejana tempat merendam contoh dalam larutan natrium sulfat

7.6.2 Prosedur

- a) Dua buah benda uji utuh (bekas pengujian ukuran) dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat, kemudian dikeringkan dalam dapur pengering pada suhu $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ hingga berat tetap, lalu didinginkan dalam eksikator.
- b) Setelah dingin ditimbang sampai ketelitian 0,1 gram, kemudian direndam dalam larutan jenuh garam natrium sulfat selama 16 sampai dengan 18 jam, setelah itu diangkat dan didiamkan dulu agar cairan yang berlebihan meniris.
- c) Selanjutnya masukkan benda uji ke dalam dapur pengering pada suhu $105 \pm 2^\circ\text{C}$ selama kurang lebih 2 jam, kemudian dinginkan sampai suhu kamar.
- d) Ulangi perendaman dan pengeringan ini sampai 5 kali berturut-turut.
- e) Pada pengeringan yang terakhir, benda uji dicuci sampai tidak ada lagi sisa-sisa garam sulfat yang tertinggal.
- f) Untuk mengetahui bahwa tidak ada lagi garam sulfat yang tertinggal, larutan pencucinya dapat diuji dengan larutan BaCl_2 .
- g) Untuk mempercepat pencucian dapat dilakukan pencucian dengan air panas bersuhu kurang lebih $40 - 50^\circ\text{C}$.
- h) Setelah pencucian sampai bersih, benda uji dikeringkan dalam dapur pengering sampai berat tetap ($\pm 2-4$ jam), didinginkan dalam eksikator, kemudian ditimbang lagi sampai ketelitian 0,1 gram.
- i) Di samping itu diamati keadaan benda uji apakah setelah perendaman dalam larutan garam sulfat terjadi/nampak adanya retakan, gugusan atau cacat-cacat lainnya.

- j) Laporkan keadaan setelah perendaman itu dengan kata-kata :
- baik/tidak cacat, bila tidak nampak adanya retak-retak atau perubahan lainnya
 - cacat/retak-retak, bila nampak adanya retak-retak (meskipun kecil), rapuh, dan gugus dan lain-lain
- k) Apabila selisih penimbangan sebelum perendaman dan setelah perendaman tidak lebih besar dari 1% dan benda uji tidak cacat nyatakan benda-benda uji tadi baik. Bila selisih penimbangan dari 2 di antara 3 benda uji tadi lebih besar dari 1%, sedang benda uji lainnya baik (tidak cacat) nyatakan bahwa benda uji secara keseluruhan menjadi cacat.

8 Syarat lulus uji

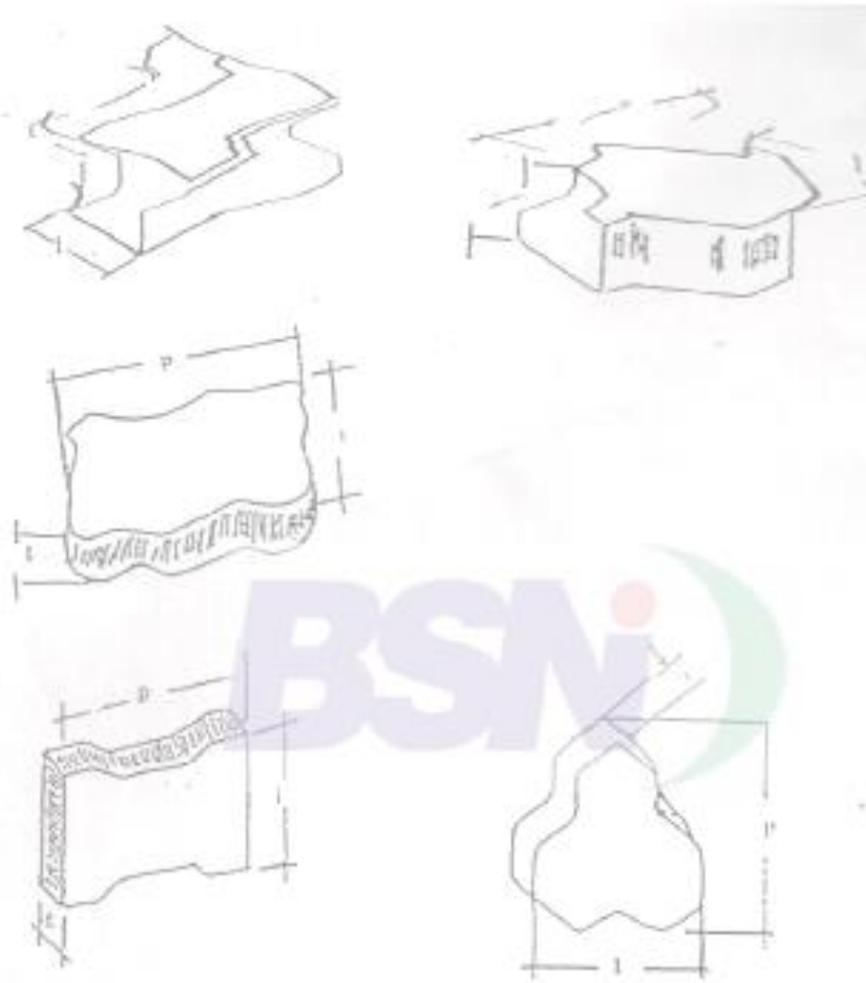
8.1 Kelompok dinyatakan lulus uji, apabila contoh yang diambil dari kelompok tersebut memenuhi ketentuan butir 4.

8.2 Apabila sebagian syarat tidak dipenuhi, dapat dilakukan uji ulang dengan contoh uji sebanyak dua kali jumlah contoh semula dan diambil dari kelompok yang sama.

8.3 Apabila pada hasil uji ulang semua syarat dipenuhi kelompok dinyatakan lulus uji. Kelompok dinyatakan tidak lulus uji kalau salah satu syarat mutu tidak dipenuhi pada uji ulang.

9 Syarat penandaan

Klasifikasi dan kode pabrik harus tertera pada setiap bata beton.



Gambar contoh bentuk bata beton

Keterangan :
P = Panjang
T = Tebal
L = Lebar

BIODATA PENULIS



Eka Widya adalah nama penulis skripsi ini. Penulis lahir di Desa Panduman Kec. Raya Kahean, Kab. Simalungun pada Tanggal 03 Januari 1998 dan lahir dari pasangan seorang ayah **Jumi** dan Ibu **Sutiyem**.

Penulis merupakan anak ke tiga dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 094101 Limbong, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Raya Kahean, dan SMA Negeri 2 Tebing Tinggi. Tidak puas dengan bekal pendidikan SMA, saya meneruskan kuliah di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan (UINSU-Medan) pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Medan dan lulus pada tahun 2021 dengan gelar Sarjana Sains (S.Si). Penulis juga aktif di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Islam Negeri Sumatera Medan sebagai Asisten Laboratorium Fisika Dasar (2019-2020). Dengan semangat, kerja keras, dan doa, Allhamdulillah penulis mampu menyelesaikan studi dan dinyatakan “LULUS” dengan yudisium sangat memuaskan.

Akhir kata saya mengucapkan syukur Allhamdulillah atas terselesaikannya skripsi “**Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Terhadap Kualitas *Paving Block***” dan semoga dapat memberikan kontribusi yang baik di lingkungan masyarakat.