

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH KULIT KERANG
SEBAGAI TAMBAHAN CAMPURAN PEMBUATAN
PAVING BLOCK**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

**Ajib Faridzy Alfian
NIM : 30201700013**

**Ivon Febri Indria
NIM : 30201700091**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH KULIT KERANG
SEBAGAI TAMBAHAN CAMPURAN PEMBUATAN
PAVING BLOCK



Ajib Faridzy Alfian
NIM : 30201700013



Ivon Febri Indria
NIM : 30201700091

Telah disetujui oleh dan disahkan di Semarang, Februari 2024 :

No. Tim Penguji Tanda Tangan

1. **Ir. H. Rachmat Mudiyono, M.T., Ph.D.**
NIDN : 0605016802

2. **Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si.**
NIDN : 0631057002

3. **Lisa Fitriana, ST., M.Eng**
NIDN : 0631128901

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Sultan Agung


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

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No:.....

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

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T., Ph. D.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : DR. HJ. Hermin Poedjiastoeti, Ssi.Msi.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Ajib Faridzy Alfian NIM : 30201700013	Ivon Febri Indria NIM : 30201700091
--	--

Judul : Pengaruh Penggunaan Limbah Kulit Kerang Sebagai Tambahan Campuran Pembuatan *Paving Block*.

Dengan Tahapan Sebagai Berikut :

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukan Dosen Pembimbing	06/12/2022	ACC
2.	Seminar Proposal	18/12/2023	
3.	Pengumpulan Data	20/12/2023	
4.	Analisis Data	04/01/2024	
5.	Penyusunan Laporan	05/01/2024	
6.	Selesai Laporan	07/02/2024	

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T., Ph.D.

Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ajib Faridzy Alfian (30201700013)

Ivon Febri Indria (30201700091)

Dengan ini menyatakan Bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Kulit Kerang Sebagai Tambahan Campuran Pembuatan *Paving Block*” benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 21 Februari 2024

Yang membuat pernyataan 1,

Yang membuat pernyataan 2,

Ajib Faridzy Alfian
NIM : 30201700013

Ivon Febri Indria
Nim : 30201700091



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ajib Faridzy Alfian (30201700013)
Ivon Febri Indria (30201700091)
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penggunaan Limbah Kulit Kerang Sebagai
Tambahan Campuran Pembuatan *Paving Block*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasi sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian surat ini saya buat.

Semarang, 21 Februari 2024
Yang membuat pernyataan 1,

Yang membuat pernyataan 2,

Ajib Faridzy Alfian
NIM : 30201700013

Ivon Febri Indria
Nim : 30201700091



MOTTO

“Kalian adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik.” (Q.S. Ali Imraan: 110)

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan dia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya. (Mereka berdoa), “Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami melakukan kesalahan. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebani kami dengan beban yang berat sebagaimana Engkau bebani kepada orang-orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tidak sanggup kami memikulnya. Maafkanlah kami, ampunilah kami, dan rahmatilah kami. Engkaulah pelindung kami, maka tolonglah kami menghadapi orang-orang kafir.”
(Q.S Al Baqarah : 286)

Semarang, 21 Februari 2024

Ajib Faridzy Alfian

MOTTO

“Kalian adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik.” (Q.S. Ali Imraan: 110)

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan dia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya. (Mereka berdoa), “Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami melakukan kesalahan. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebani kami dengan beban yang berat sebagaimana Engkau bebani kepada orang-orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tidak sanggup kami memikulnya. Maafkanlah kami, ampunilah kami, dan rahmatilah kami. Engkaulah pelindung kami, maka tolonglah kami menghadapi orang-orang kafir.”
(Q.S Al Baqarah : 286)

Semarang, 21 Februari 2024

Ivon Febri Indria

PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Drs. Musiyanto dan Ibu Niztutin Nisa' yang senantiasa selalu memberikan do'a, kasih sayang, dorongan motivasi, semangat dan dukungan secara moral maupun secara materiil.
2. Kakak dan Adik saya tercinta Rizkiana Ratna Ningtyas, Qorib Firmansyah, dan tidak lupa kakak ipar saya Hendri Ristiyan yang selalu memberikan do'a dan dukungan secara moral maupun secara materiil.
3. Terima kasih banyak kepada pasangan saya Rara Tiara Nurvika yang telah banyak berjasa membantu, memberikan banyak motivasi serta selalu menemani setiap saat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T., Ph.D. dan Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si. yang telah membimbing kami sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dan sangat berguna selama saya menuntut ilmu di Fakultas Teknik UNISSULA.
6. Saudara Ivon Febri Indria rekan Tugas Akhir, seperjuangan, dan saudara seiman.
7. Seluruh warga kos dan kontrakan, yang telah memberikan saya waktu luang serta lokasi untuk menyusun tugas akhir dan kenangan yang tak terlupakan.
8. Teman – teman Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil 2017 dan seluruh Mahasiswa Teknik UNISSULA.
9. Terima kasih juga saya ucapkan kepada semua orang yang telah terlibat tanpa terkecuali dalam pembuatan Tugas akhir ini.

Ajib Faridzy Alfian
30201700013

PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tua saya tercinta Bapak Masno dan Ibu Sri Wahyu yang senantiasa selalu memberikan do'a, kasih sayang, dorongan motivasi, semangat dan dukungan secara moral maupun secara materiil.
2. Kedua bapak dan ibu mertua saya yang senantiasa selalu memberikan do'a, kasih sayang, dorongan motivasi, serta terus memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir saya.
3. Serta istri tercinta Anggraini Septi Y. yang selalu ikut andil dalam penulisan laporan Tugas Akhir memberi serta selalu memberi support, motivasi sampai laporan selesai.
4. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T., Ph. D. dan Ibu DR. HJ. Hermin Poejiastoeti, Ssi.MSi yang telah membimbing kami sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dan sangat berguna selama saya menuntut ilmu di Fakultas Teknik UNISSULA.
6. Saudara Ajib Faridzy Alfian, rekan Tugas Akhir, teman seperjuangan, dan saudara seiman.
7. Untuk teman-teman Angkatan 2017 Fakultas Teknik UNISSULA khusus Sedulur Sipil B 2017 yang selalu menghibur saat kesusahan dalam penyusunan laporan ini dengan memberikan dukungan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Semua teman-temanku dan pihak-pihak yang terlibat yang tidak bisa penulis sebutin satu persatu yang juga selalu memberikan doa, dukungan, semangat dan masukan selama proses penyelesaian Tugas Akhir.

Ivon Febri Indria
30201700025

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah – Nya sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penggunaan Limbah Kulit Kerang Sebagai Tambahan Campuran Pembuatan *Paving Block*” tersebut dapat terselesaikan dengan baik. Penyelesaian laporan ini dimaksudkan untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

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

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
4. Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Walaikumsalam Wr. Wb.

Semarang, 21 Februari 2024

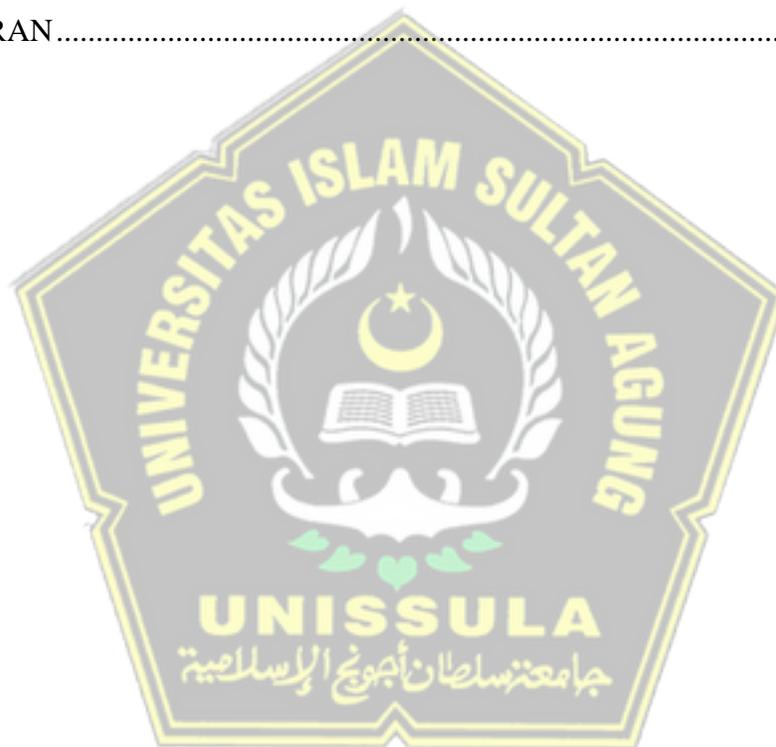
Ajib Faridzy Alfian/ Ivon Febri Indria

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iiI
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Paving Block	6
2.1.1. Pengertian Paving Block.....	6
2.1.2. Syarat Mutu <i>Paving Block</i>	7
2.1.3. Kelebihan dan Kekurangan <i>Paving Block</i>	7
1. Kelebihan <i>Paving Block</i>	7
2. Kekurangan <i>Paving Block</i>	7
2.1.4. Jenis <i>Paving Block</i>	8
2.2. Semen.....	9

2.3. Agregat Halus (Pasir).....	12
2.4. Air	15
2.5. Bahan Tambahan.....	15
2.5.1. Kulit Kerang.....	16
2.5.2. Kerang Darah	19
2.5.3. Abu Kulit Kerang Darah.....	20
2.6. Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	21
2.7. Kuat Lentur <i>Paving Block</i>	23
2.8. Penelitian Terdahulu	25
2.9. Keaslian Penelitian.....	26
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	 29
3.1. Metode Penelitian.....	29
3.2. Kajian Pustaka.....	29
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	29
3.4. Alat dan Bahan.....	30
3.4.1. Alat.....	30
3.4.2. Bahan	34
3.5. Mix Design.....	36
3.6. Tahap Pembuatan Abu Cangkang Kerang Darah	37
3.7. Pembuatan <i>Paving Block</i>	39
3.8. Perawatan Benda Uji.....	41
3.9. Pengujian.....	41
3.10. Analisa Hasil	43
3.11. Bagan Alur Penelitian	44
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 45
4.1. Hasil dan Analisis <i>Paving Block</i> Dengan Tambahan Campuran Limbah Kulit Kerang	45
4.1.1. Hasil Analisis Potensi Penggunaan Limbah Kulit Kerang	45

4.1.2. Hasil Analisis Potensi Penggunaan Limbah Kulit Kerang Darah Dalam Pembuatan <i>Paving Block</i>	46
4.1.3. Hasil Analisis Kuat Tekan	47
4.1.4. Hasil Analisis Kuat Lentur	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1. Kesimpulan	53
5.1. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisika Paving Block.....	7
Tabel 2.2 Komposisi Senyawa Kimia Portland Semen	10
Tabel 2.3 Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus	14
Tabel 2.4 Uji Fisik Kulit Kerang.....	19
Tabel 2.5 Kandungan Kimia Kulit Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>).....	21
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	27
Tabel 3.1 <i>Mix Design</i>	37
Tabel 4.1 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Campuran Kulit Kerang	46
Tabel 4.2 Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Campuran Kulit Kerang	47
Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Campuran Kulit Kerang	49
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Campuran Kulit Kerang	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kerang Darah	19
Gambar 2.2. Abu Kulit Kerang Darah	20
Gambar 3.1. Ayakan Ayakan No.4 (4,7mm)	30
Gambar 3.2. Jangka Sorong	30
Gambar 3.3. Mistar/Penggaris.....	31
Gambar 3.4. Sendok Semen	31
Gambar 3.5. Ember/Wadah.....	32
Gambar 3.6. Timbangan Digital	32
Gambar 3.7. Comprssion Testing Machine (CTM)	33
Gambar 3.8. Gelas Ukur 100ml	33
Gambar 3.9. Abu Cangkang Kerang Darah	34
Gambar 3.10. Semen Portland Jenis I	34
Gambar 3.11. Agregat Halus (pasir)	35
Gambar 3.12. Air.....	35
Gambar 3.13. Tahap Pembuatan Abu Cangkang Kerang Darah	37
Gambar 3.14. Tahap Pembuatan Paving Block	39
Gambar 3.15 Bagan Alur Penelitian	44
Gambar 4.1 Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	48
Gambar 4.2 Grafik kuat tekan rata-rata <i>paving block</i>	50
Gambar 4.3 Grafik kuat lentur rata-rata <i>paving block</i>	52

Abstrak

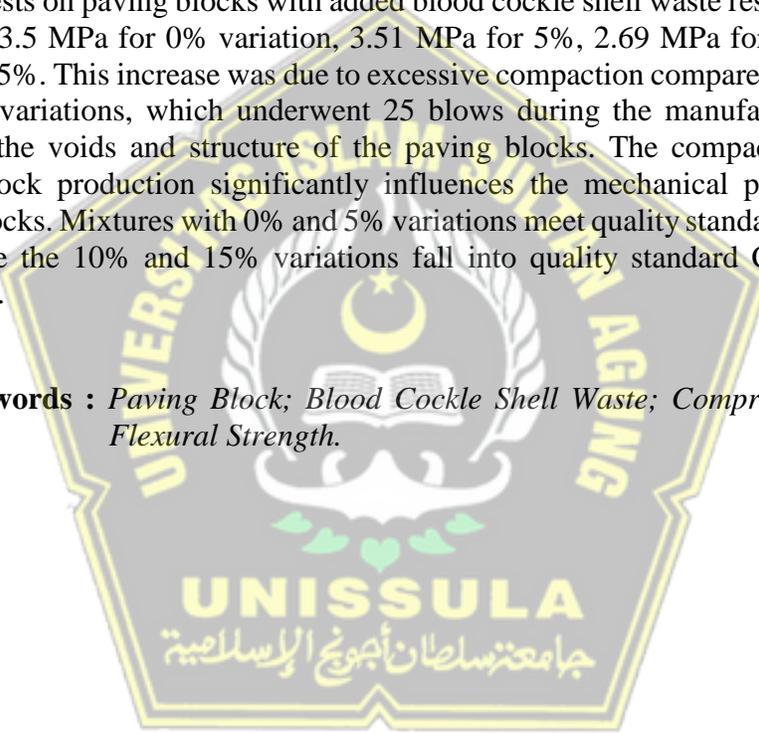
Industri konstruksi, sebagai salah satu pilar utama pembangunan, terus berupaya mengembangkan material konstruksi ramah lingkungan serta berkelanjutan. *Paving block* sebagai salah satu elemen penting dalam infrastruktur perkotaan, membutuhkan inovasi untuk meminimalkan dampak buruk bagi lingkungan. Limbah kulit kerang darah sering diabaikan dan menjadi sumber pencemaran lingkungan, Oleh karena itu, pengaruh penggunaan limbah kulit kerang sebagai tambahan campuran pembuatan *paving block* memiliki relevansi yang signifikan. Metode penelitian ini adalah eksperimental yaitu melakukan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil yang menghubungkan antara variabel yang diselidiki. Dari hasil uji kuat tekan *paving block* dengan bahan campuran limbah kulit kerang darah didapatkan hasil rata-ratanya semakin menurun yaitu variasi 0% sebesar 18,65 MPa, 5% sebesar 17,48 MPa, 10% sebesar 16,75 MPa, dan 15% sebesar 15,63 MPa. Uji kuat lentur *paving block* dengan bahan tambahan limbah kulit kerang darah menghasilkan nilai rata-rata variasi 0% sebesar 3,5 MPa, 5% sebesar 3,51 MPa, 10% sebesar 2,69 MPa, dan 15% sebesar 2,35 MPa. Kenaikan ini disebabkan oleh pemadatan yang dilakukan secara berlebih daripada variasi 0%, 5% dan 10% yang melakukan pemadatan sebanyak 25 pukulan pada proses pembuatan, yang mengakibatkan sela-sela rongga dan struktur *paving block*, proses pemadatan pada pembuatan *paving block* sangat berpengaruh pada sifat mekanis *paving block*. Variasi campuran 0% dan 5% memenuhi syarat mutu B sebagai pelataran parkir, kemudian untuk variasi campuran 10% dan 15% masuk kedalam kategori mutu C pejalan kaki.

Kata Kunci : *Paving Block; Limbah Cangkang Kerang Darah; Kuat Tekan; Kuat Lentur.*

Abstract

The construction industry, as one of the main pillars of development, continually strives to develop environmentally friendly and sustainable construction materials. Paving blocks, as a critical element of urban infrastructure, require innovation to minimize environmental impact. Blood cockle shell waste is often overlooked and becomes a source of environmental pollution. Therefore, the impact of using blood cockle shell waste as an additive in paving block production is highly relevant. This research method is experimental, involving trials to obtain results that link the investigated variables. The results of the compressive strength tests on paving blocks with blood cockle shell waste mixtures showed an average decrease: 0% variation at 18.65 MPa, 5% at 17.48 MPa, 10% at 16.75 MPa, and 15% at 15.63 MPa. The flexural strength tests on paving blocks with added blood cockle shell waste resulted in average values of 3.5 MPa for 0% variation, 3.51 MPa for 5%, 2.69 MPa for 10%, and 2.35 MPa for 15%. This increase was due to excessive compaction compared to the 0%, 5%, and 10% variations, which underwent 25 blows during the manufacturing process, affecting the voids and structure of the paving blocks. The compaction process in paving block production significantly influences the mechanical properties of the paving blocks. Mixtures with 0% and 5% variations meet quality standard B for parking lots, while the 10% and 15% variations fall into quality standard C for pedestrian walkways.

Keywords : *Paving Block; Blood Cockle Shell Waste; Compressive Strength; Flexural Strength.*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi, sebagai salah satu pilar utama pembangunan, terus berupaya mengembangkan material konstruksi yang ramah lingkungan serta berkelanjutan. Paving block sebagai salah satu elemen penting dalam infrastruktur perkotaan, membutuhkan inovasi untuk meminimalkan dampak lingkungan yang dihasilkan dari produksi material konstruksi konvensional.

Pada saat yang sama, limbah industri seperti kulit kerang, sering diabaikan dan menjadi salah satu sumber pencemaran lingkungan, sehingga membutuhkan penanganan yang lebih baik. Kulit kerang mengandung mineral-mineral yang dapat memberikan potensi sebagai bahan alternatif untuk menggantikan sebagian semen dalam pembuatan paving block. Oleh karena itu, pengaruh penggunaan limbah kulit kerang sebagai tambahan campuran pembuatan paving block memiliki relevansi yang signifikan dalam konteks keberlanjutan konstruksi.

Jika limbah kulit kerang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimal dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti Kesehatan, kesejahteraan, dan keselamatan hayati (Suratmin dkk, 2007).

Menurut Setyaningrum (2009) Kulit kerang sendiri merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami pengilinan dan memiliki karbonat tinggi, kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%. Rina Hudaya (2010) juga menerangkan bahwa kerang merupakan bahan makanan yang banyak di konsumsi oleh masyarakat, karena mengandung protein dan lemak. Jenis kerang yang sering menjadi konsumsi masyarakat yaitu kerang hijau (*Mytilus viridis*), kerang darah (*Anadara granosa*).

Menurut Pathansali, D (1966) Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah sejenis kerang yang biasa dimakan oleh warga Asia Timur dan Asia Tenggara.

Anggota suku Arcidae ini disebut kerang darah karena ia menghasilkan hemoglobin dalam cairan merah yang dihasilkannya. Seperti kerang pada umumnya, kerang darah merupakan jenis bivalvia yang hidup pada dasar perairan dan mempunyai ciri khas yaitu ditutupi oleh dua keping cangkang (*valve*) yang dapat dibuka dan ditutup karena terdapat sebuah persendian berupa engsel elastis yang merupakan penghubung kedua *valve* tersebut. Kulit kerang darah mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan* yaitu kapur (CaO) sebesar 66,70%, aluminium dan senyawa *silica* (Siregar, 2009 dalam Mifshella, 2015).

Kerang darah yang memiliki sifat zat kapur, kalsium oksida dan *silica* dari kandungan cangkang kerang itu sendiri juga memiliki sifat seperti kandungan zat pada semen sebagai bahan pengikat pada proses pengerasan pada bata beton. Kandungan yang terdapat pada cangkang kerang dapat menambah daya ikat semen dengan agregat-agregat pada beton sehingga diharapkan akan menambah nilai kuat tekan beton (Andre, 2014). Kerang darah sendiri memiliki cangkang yang lebih tebal dan lebih kasar di bandingkan dengan kerang hijau. Jadi kerang darah dapat di manfaatkan sebagai bahan pengikat pada pengerasan Bata Beton.

Bata beton atau dikenal dengan *Paving block* merupakan salah satu material yang banyak digunakan untuk perkerasan pada jalan. *Paving block* sendiri banyak digunakan sebagai trotoar jalan, area bermain, taman dll. *Paving block* merupakan suatu komponen bahan bangunan yang di buat dari bahan campuran semen, agregat dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya (Harijanto dkk, 2012).

Meningkatnya penggunaan *paving block* memicu tumbuhnya inovasi dalam rekayasa material pada pembuatan *paving block* itu sendiri. Kekuatan bahan dan kemudahan dalam pemasangan *paving block* menjadi salah satu pertimbangan banyaknya penggunaan *paving block* di masyarakat. Banyak konsep pembuatan *paving block* ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan produksi dalam pembuatan *paving block* salah satunya limbah kulit kerang.

Salah satu alternative dalam mengurangi banyaknya limbah hasil laut adalah dengan memanfaatkan limbah kulit kerang darah sebagai bahan baku

dalam pembuatan *paving block*. Kandungan senyawa kimia SiO_2 atau *silica* di dalam kulit kerang, Dari segi pemeliharaan kelestarian lingkungan cara ini merupakan upaya untuk mereduksi limbah yang berasal dari kulit kerang (Maulanie & Wibowo,2004).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah limbah kulit kerang berpotensi digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block*?
2. Bagaimana hasil pengujian kuat tekan terhadap penambahan limbah kulit kerang sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block*?
3. Bagaimana hasil pengujian kuat lentur terhadap penambahan limbah kulit kerang sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block*?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang ada, dapat diketahui tujuan penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui potensi penggunaan limbah kulit kerang dalam pembuatan *paving block*.
2. Untuk mengetahui hasil dari pengujian kuat tekan terhadap penambahan limbah kulit kerang sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block* sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996 yang ditentukan.
3. Untuk mengetahui hasil dari pengujian kuat lentur terhadap penambahan limbah kulit kerang sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block* sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996 yang ditentukan.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian, maka penelitian tugas akhir ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut :

1. Cangkang kerang yang digunakan dan yang akan diolah adalah cangkang kerang darah.
2. Bahan yang digunakan dalam pembuatan paving block adalah limbah cangkang kerang darah, semen, pasir, dan air.
3. Cangkang kerang darah yang digunakan akan terlebih dahulu di hancurkan menjadi serbuk dengan lolos saringan No. 4 (4,7mm)
4. Jenis paving block yang diteliti adalah jenis paving block press mutu B, dengan perbandingan semen : pasir adalah 1:6
5. Pembuatan paving block menggunakan alat cetak manual yang berukuran panjang 20cm x lebar 10cm x tinggi 6cm.
6. Proses pemadatan dilakukan sebanyak 25 pukulan.
7. Penjemuran paving block dilakukan selama 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Penggunaan bahan sisa seperti kulit kerang dapat membantu mengurangi limbah dan memberikan pemanfaatan pada bahan yang biasanya dibuang.
2. Menyediakan informasi bagi industri konstruksi untuk mempertimbangkan penggunaan kulit kerang dalam produksi paving block.
3. Memberikan informasi mengenai potensi dari limbah kulit kerang untuk bahan tambahan campuran dalam pembuatan *paving block*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pada penelitian ini dibagi dalam lima bab yaitu :

BAB I : Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah yang mencakup identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, langkah langkah penelitian yang dijelaskan serinci mungkin, serta beberapa permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan percobaan dan penulisan tugas akhir ini.

BAB III : Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, langkah-langkah penelitian yang akan dijelaskan serinci mungkin, serta beberapa permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan percobaan dan penulisan tugas akhir ini.

BAB IV : Hasil Dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dalam bentuk gambar, tabel dan grafik. Hasil penelitian juga didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB V : Penutup

Bab ini menjelaskan kesimpulan secara menyeluruh yang sudah diringkas dengan singkat dan jelas dari hasil penelitian, pembahasan dan saran mengenai berbagai aspek yang masih kurang dalam pengerjaan penelitian terdahulu agar dalam penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menjadi penelitian yang lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Paving Block

2.1.1 Pengertian Paving Block

Paving Block adalah bahan bangunan yang digunakan sebagai perkerasan permukaan jalan, baik jalan untuk keperluan pelataran, parkir kendaraan, jalan raya, ataupun untuk keperluan dekoratif untuk pembuatan taman. Menggunakan mesin cetak manual atau menggunakan cetak getar tekan. Paving Block dicetak sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk menutup halaman, trotoar, areal parkir, pertamanan, *tempat* rekreasi dan sebagainya.

Pengertian paving block menurut (SNI-03-0691-1996) adalah bata beton untuk lantai (*paving block*), suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen atau bahan perekat hidraulis sejenis air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Bata beton kantai berwarna seperti aslinya atau dapat diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk lantai, baik lantai didalam maupun luar bangunan.

2.1.2 Syarat Mutu Paving Block

Menurut SNI 03-0691-1996 syarat yang Harus dipenuhi untuk *Paving Block* adalah sebagai berikut :

1. Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata,tidak terdapat retak retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah di repihkan dengan jari tangan.
2. Bata beton wajib mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.

Bata beton wajib mempunyai sifat-sifat fisika seperti Tabel 2.1. berikut ini :

Tabel 2.1. Sifat-Sifat Fisika *Paving Block*

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

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

Keterangan :

- a. Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan.
- b. Bata beton mutu B : digunakan untuk peralatan parkir.
- c. Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki.
- d. Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya.

2.1.3 Kelebihan dan Kekurangan *Paving Block*

Paving Block atau Bata Beton atau biasa disebut *Conblock* (concrete *Block*) merupakan produk beton pracetak yang dibuat dari campuran semen, air, agregat pasir dan abu kulit kerang tanpa campuran bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu atau kualitas beton tersebut.

1. Kelebihan *Paving Block*

- a) Pelaksanaanya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal.
- b) Pemeliharaanya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.
- c) Tahan terhadap beban statis.
- d) Tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan.

2. Kekurangan *Paving Block*

- a) Mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.

- b) Sehingga perkerasan *paving block* sangat tidak cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan dilingkungan pemukiman dan perkotaan yang padat.
- c) Sering terjadi pemasangan yang kurang cocok sehingga mudah bergeser dari susunan pemasangannya sehingga menjadi renggang dan tidak rata.

2.1.4 Jenis *Paving Block*

Paving Block mempunyai beberapa variasi, hal ini berguna untuk memudahkan konsumen dalam menyesuaikan kebutuhan penggunaan *paving block*, baik kekuatan, ketebalan, bentuk, maupun penerapannya. Ketebalan *paving block* berbeda beda sesuai dengan kebutuhan penggunaannya, mulai dari 6,8 cm sampai 10 cm, dengan panjang 20 cm sampai 25 cm, serta lebar 10 cm sampai 12 cm. Berikut beberapa jenis *paving block* :

1. *Paving Block/Conblock* tipe batu bata
Jenis ini merupakan model yang paling banyak digunakan, dikarenakan bentuknya yang mirip dengan batu bata, jenis ini biasanya digunakan untuk lahan parkir dengan ukuran dimensi 10,5 cm x 21 cm, serta ketebalan 6 cm, 8 cm, dan 10 cm, warna : abu-abu, merah atau hitam.
2. *Paving Block/Conblock* tipe cacing
Jenis ini biasanya banyak digunakan di komplek perumahan atau taman, dengan ukuran 11,5 cm x 22,5 cm serta tebal yang bervariasi mulai dari 6 cm, 8 cm, dan 10 cm.
3. *Paving Block/Conblock* tipe segitiga
Jenis ini sering juga disebut dengan *Paving Block Thirex*, *Paving Block* model ini mempunyai ukuran 19,7 cm x 9,6 cm dengan ketebalan mulai 6 – 10 cm.
4. *Paving Block/Conblock* tipe segienam
Paving Block jenis ini juga biasa disebut dengan *Paving Block Hexagon*, ukuran *Paving Block* jenis ini yaitu 20 cm x 20 cm dengan ketebalan 6 – 10 cm, biasanya digunakan untuk lahan parkir atau taman di rumah.

5. *Paving Block/Conblock* tipe *Grassblock*

Paving Block Grassblock ini mempunyai dua tipe yaitu L5 dan L8. Tipe L5 mempunyai ukuran 40x40 cm dengan tebal 8 cm, sedangkan tipe L8 mempunyai ukuran 30x45 cm dengan ketebalan 6 cm dan 8 cm.

2.2 Semen

Dalam pembuatan beton semen merupakan bahan pengikat. Jika ditambah dengan air, semen akan menjadi pasta semen. Jika di tambah agregat halus, pasta akan menjadi mortar, sedangkan jika di gabung dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*hardned concrete*). Fungsi semen sendiri adalah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu masa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: semen hidrolis dan semen non-hidrolis.

Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh dari semen hidrolis sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen portland merupakan suatu bahan pengikat hidrolis (*hydrolic binder*) yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan lainnya.

Semen portland yang dijual di pasaran umumnya terbuat dari 4 bahan, sebagaimana berikut ini:

- | | |
|--|---|
| a) Batu kapur (<i>limestone</i>) atau kapur (<i>chalk</i>) | : CaCO_3 . |
| b) Menggunakan silika atau tanah liat | : SiO_2 dan Al_2O_3 |
| c) Pasir atau kerak besi | : $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. |
| d) Gypsum | : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. |

Tabel 2.2 Komposisi Senyawa Kimia Portland Semen

No.	Oksida Penyusun	Presentase
1	Kapur CaO	60-65 %
2	Silika SiO ₂	17-25 %
3	Alumunium Al ₂ O ₃	3-8 %
4	Besi FeO ₃	0,5-6 %
5	Magnesia MgO	0,5-4 %
6	Sulfur SO ₃	1-2 %
7	Soda/Potash Na ₂ O+K ₂ O	0,5-1 %

Sumber : S. Mindess, Francis Y. Dan D. Darwin (2003)

Menurut SK.SNI T-15-1990-03 (Mulyono : 2003) semen Portland dibagi menjadi lima, diantaranya adalah:

a) Semen portland type I.

Semen type ini dipakai untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memakai persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat 0, 0%- 0, 10% dan juga dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat, perkerasan jalan, struktur rel dan lain-lain.

b) Semen portland type II.

Semen type ini dipakai untuk konstruksi bangunan dari beton massa yang memerlukan ketahanan sulfat (pada lokasi tanah dan air yang mengandung sulfat 0,10-0,20%) dan panas hidras sedang, misalnya bangunan pinggir laut, bangunan di bekas tanah rawa, seluran irigasi, beton massa untuk dam dan landasan jembatan.

c) Semen portland type III.

Semen type III ini digunakan untuk bangunan yang memerlukan kekuatan tekanan awal tinggi pada fase pemulaan setelah pengikat terjadi (cepat mengeras), misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan tingkat

tinggi, bangunan-bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketekanan terhadap sulfat.

d) Semen portland type IV.

Semen Portland type ini merupakan semen dengan panas hidrasi yang rendah, semen type ini digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan, oleh karena itu semua jenis semen ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat ketimbang portland type I, semen ini digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar yang mana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor kritis.

e) Semen portland type V.

Semen ini dipakai untuk konstruksi bangunan-bangunan pada tanah/air yang mengandung sulfat melebihi 0,20% dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah-limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, trowongan, pelabuhan, pembangkit tenaga nuklir.

2. Super Masonry Cement

Semen ini digunakan untuk konstruksi perumahan gedung, jalan dan irigasi yang struktur betonya maksimal K-225 dapat juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan *genteng beton, hollow brick, paving block, tegel* dan bahan bangunan lainnya.

3. *Oilwell Cement Clas G-HSR (High Sulfate Resistanse)*

Oilwell Cement atau juga biasa disebut dengan OWC merupakan semen khusus yang digunakan untuk pembuatan sumur minyak bumi dan gas alam dengan konstruksi sumur minyak bawah tanah permukaan laut dan bumi, OWC yang telah di produksi adalah *class G, HSR (High Sulfate Resistanse)* disebut juga sebagai “BASIC OWC”.

4. *Portland Composite Cement (PCC)*

Semen memenuhi persyaratan mutu *Portland Composite Cement (SNI 157064-2004)*. Dapat digunakan secara luas untuk konstruksi umum pada semua beton. Struktur bangunan bertingkat, struktur jembatan, struktur jalan beton, bahan bangunan, beton pratekan dan pra cetak, pasangan bata, plesteran dan acian, panel beton, *Paving Block, hollow brick*, batako, genteng, potongan ubin, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulfat dan kedap air dan permukaan acian lebih halus.

2.3 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (adukan) dan beton. Atau didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi, dipakai bersama dengan bahan perekat dan membentuk suatu massa yang keras dan padat yang disebut beton.

Agregat untuk beton adalah butiran mineral kerasyang bentuknya mendekati bulat dengan butiran ukuran antara 0,063 mm – 150 mm. Agregat menurut asalnya dapat dibagi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah. Dalam hal ini, agregat yang digunakan adalah agregat alami yang berupa *coarse agregat* (kerikil), *coarse sand* (pasir kasar), dan *fine sand* (pasir halus). Dalam campuran beton, agregat merupakan bahan penguat (*strengter*) dan pengisi (*filter*), dan menempati 60% - 75% dari volume total beton. Keutamaan agregat dalam peranannya di dalam beton:

- 1) Menghemat penggunaan semen Portland
- 2) Menghasilkan kekuatan besar pada beton
- 3) Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton
- 4) Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini berukuran 0,063 mm – 4,76 mm yang meliputi pasir kasar (*Coarse Sand*) dan pasir halus (*Fine sand*). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus. Menurut PBI, agregat halus memenuhi syarat:

- 1) Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperature, seperti terik matahari, hujan, dan lain-lain.
- 2) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat kering, apabila kadar lumpur lebih dari 5% , maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bisa jugadigunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5%.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organic (zat hidup) terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari ABRAMS-HARDER dengan larutan NaOH 3%.
- 4) Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *Fine Sand* antara 2,2 – 3,2.
- 5) Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *coarse sand* antara 3,2 – 4,5.
- 6) Agregat halus terdiri dari butiran yang beranekaragam besarnya.

Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan tersebut juga dapat dipakai, asal saja kekuatan tekan adukan agregat pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama, tetapi dicuci terlebih dahulu dalam larutan NaOH3% yang kemudian dicuci dengan air bersih pada umur yang sama. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam dan apabila diayak dengan ayakan susunan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- 1) Sisa diatas ayakan 4 mm minimum beratnya 2%
- 2) Sisa diatas ayakan 1 mm minimum beratnya 10%
- 3) Sisa diatas ayakan 0,025 beratnya berkisar antara 80% sampai 95%

Agregat halus merupakan bahan pengisi diantara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat yang mempunyai Bj 1400 kg/m. Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lebih besar 5% dari berat, tidak mengandung bahan organis lebih banyak, terdiri dari butiran yang tajam dan keras, dan bervariasi.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan terhadap pada saringan No.200.

Tabel 2.3 Batasan gradasi untuk agregat halus

Ukuran saringan ASTM	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9,5 mm	100
4,76 mm	95 – 100
2,36 mm	80 – 100
1,19 mm	50 – 85
0,595 mm	25 – 60
0,300 mm	10 – 30
0,150 mm	2 – 10

Sumber : ASTM C-3

Gradasi agregat dan ukuran butir maksimum berkaitan erat dengan besarnya luas permukaan agregat, banyaknya air yang dibutuhkan dan kadar semen dalam beton gradasi yang baik akan memberikan tingkat optimal untuk mendapat density dan kekuatan beton maksimum berbagai standar menyarankan dan menetapkan Batasan – Batasan susunan besar butir yang baik untuk beton.

2.4 Air

Semen merupakan bahan dasar yang sangat penting, air juga diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan plumas antar butiran-butiran agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air makadari itu Air harus selalu ada didalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*).

Kandungan air yang rendah menyebabkan beton sulit dikerjakan (tidak mudah mengalir) dan kandungan air yng tinggi menyebabkan kekuatan beton akanrendah serta betonya akan porous.Jumlah air yang terikat dalam beton dengan factor air semen 0,65 adalah sekirat 20% dari berat aemen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen. Jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35% - 37% dari berat semen. (Nugraha, P dan Antoni,2007).

Air yang digunakan harus bersih dan terbebas dari bahan-bahan berbahaya yang bersifat merusak dan mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organic, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap *paving block*. Air juga tidak boleh mengandung ion klorida dalam *jumlah yang membahayakan*. (SNI 03-2847, 2007)

2.5 Bahan Tambahan

Berdasarkan ACI (*American Concrete Institute*), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat merusak beton.

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan yang lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

2.5.1 Kulit Kerang

Kerang merupakan nama sekumpulan *molluska dwicangkerang* dari pada *family cardidea* yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang telah lama dibudidayakan sebagai salah satu usaha sampingan para masyarakat pesisir. Teknik budidaya mudah dikerjakan, tidak memerlukan modal yang besar dan dapat dipanen setelah berumur 6-7 bulan. Hasil panen kerang per tahun dapat mencapai 200-300 ton kerang utuh atau sekitar 60-100 ton daging kerang (*porsepwandi, 1998*).

Dalam pengertian paling luas, kerang berarti semua *mollusca* dengan sepasang cangkang (*Bivalvia*). Dengan pengertian ini, lebih tepat orang menyebutnya kerang-kerangan dan sepadan dengan arti *clam* yang dipakai di Amerika. Contoh pemakaian seperti ini dapat dilihat pada istilah “kerajinan dengan kerang”

Kata kerang dapat pula berarti semua kerang-kerangan yang hidupnya menempel pada suatu obyek, termasuk jenis-jenis yang dapat dimakan, seperti kerang darah dan kerang hijau, namun tidak termasuk jenis-jenis yang dapat dimakan tetapi menggeletak di pasir atau dasar perairan, seperti lokan dan remis.

Kerang juga dipakai untuk menyebut berbagai kerang-kerangan yang bercangkang tebal, berkapur, dengan pola radial pada cangkang yang tegas. Dalam pengertian ini, kerang hijau tidak termasuk di dalamnya dan lebih tepat

disebut kupang. Pengertian yang paling mendekati dalam Bahasa Inggris adalah *cockle*.

Dalam pengertian yang paling sempit, yang dimaksud dengan kerang adalah kerang darah, sejenis kerang budidaya yang umum dijumpai di wilayah Indo-Pasifik dan banyak dijual di warung atau rumah makan yang menjual hasil laut.

Ciri-ciri umumnya seperti contoh *Phylum Mollusca* yang sudah ada sejak zaman Kambrian, kira-kira 450 juta tahun yang lalu. Hal ini terbukti dengan banyaknya penemuan fosil molluska yang berasal dari zaman Kambria. *Phylum* hewani ini merupakan golongan kedua terbesar di dunia hewan. Semuanya tersebar, baik di darat, maupun di air. Penyebaran hewan ini sangat luas, baik geografis maupun geologis. Dikenal lebih dari 100.000 spesies yang masih hidup dan mungkin lebih besar lagi jumlah fosilnya.

Hewan yang termasuk *Phylum Mollusca* memiliki tubuh lunak, tidak beruas-ruas, dengan ciri tubuh bagian atas adalah kepala, sisi bawah berfungsi sebagai kaki muscular. Dan massa visceranya terdapat pada sisi atas. *Mollusca* berasal dari kata “*moll*” yang artinya lunak, kalau ditinjau dari keadaan yang primitif, tubuh *molluska* menunjukkan simetri bilateral (dimana bagian sebelah kiri merupakan bayangan sebelah kanan). Dan sebagian besar tubuh hewan *molluska* yang lunak dilindungi oleh cangkang yang keras.

Cangkang (I) yang melindungi tubuh hewan *mollusca* terbuat dari kalsium karbonat ($CaCO_3$) atau zat kapur. Tubuh utama molluska diselubungi oleh lipatan cangkang yang disebut *cavum valli* (kapur). Hewan-hewan *mollusca* telah memiliki sistem organ yang lengkap.

Kerang tidak memiliki kepala (juga otak) dan hanya simping yang memiliki mata. Organ yang dimiliki adalah ginjal, jantung, mulut, dan anus. Kerang dapat bergerak dengan “kaki” berupa semacam organ pipih yang dikeluarkan dari cangkang sewaktu-waktu atau dengan membuka tutup cangkang

secara mengejut. Pasokan oksigen berasal dari darah yang sangat cair yang kaya nutrisi dan oksigen yang menyelubungi organ-organnya.

Kulit kerang berbentuk seperti hati, bersimetri dan mempunyai tulang dibagian luar. Kulit kerang mempunyai tiga bukaan *inhalen*, *ekshalen* dan pedal untuk mengalirkan air serta untuk mengeluarkan kakinya. Kerang biasanya mengorek lubang dengan kakinya dan makan plankton yang dapat dialirkan air yang masuk dan keluar. Kerang-kerang juga berupaya untuk melompat dan membengkokkan kakinya, berbeda dengan *dwicangkerang*, kerang ialah *hermafrodit*.

Serbuk kulit kerang merupakan serbuk yang dihasilkan dari penggilingan kulit kerang yang dihaluskan, serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan campuran atau tambahan pada pembuatan beton. Penambahan serbuk kulit kerang yang homogeneity akan menjadi campuran yang lebih reaktif. Serbuk kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yang mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silica sehingga sesuai digunakan sebagai bahan baku beton (*Shinta Marito Siregar*,2009).

Sebagian besar halaman rumah para nelayan yang berdekatan dengan pesisir pantai nyaris tertutup oleh limbah kulit kerang, maka dari itu, untuk meminimalisir limbah kulit kerang tersebut yang dihasilkan setiap harinya, dalam penelitian kulit kerang akan dimanfaatkan sebagai tambahan campuran pembuatan *paving block*.

Dalam penelitian ini, kulit kerang sebagai tambahan campuran dimana kulit kerang tersebut akan dihancurkan terlebih dahulu untuk memperoleh suatu gradient butiran seperti pasir.

Dari hasil pola difraksi sinar-X diketahui bahwa kulit kerang pada suhu dibawah $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ tersusun atas kalsium karbonat ($CaCO_3$) pada fase aragonite dengan struktur kristal *orthorombik*. Jadi pada suhu 500°C akan berubah menjadi fase *calcite* dengan struktur kristal *hexagonal*. (*Syahrul Humaidi*,1997).

Tabel 2.4 Uji Fisik Kulit Kerang

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis, gr/cc	1,34
2	Berat vol, gr/cc	1,42
3	Resapan, %	2,04
4	Kadar Lumpur, %	0,33

Sumber : Balitbang Industri Departmen Perindustrian, 2004

2.5.2 Kerang Darah

Kerang Darah merupakan hewan golongan *Mollusca* (kulit Lunak) yang berasal dari kelas Pelecypoda atau Bivalvia. Kerang darah ini di spesifikasikan sebagai *Anadara Granosa* yang banyak ditemukan di Asia Timur dan Asia Tenggara (Misindi & Hendyastutu, 2017).

Kerang darah memiliki karakteristik yang khas yaitu memiliki tubuh dua pipih oleh cangkang (bivalvia) yaitu berhubungan dibagian dorsal dengan adanya “*hinge ligament*” merupakan pita elastis yang terdiri dari bahan organic seperti tanduk (*conchiolin*). Dua keping cangkang tersebut ditautkan oleh otot adukator (adukator postotior dan aduktor anterior). Kedua keping cangkang ini akan terbuka dengan adanya kontraksi otot adukator. Anantara otot adukator dan *hinge ligament* ini berkerja secara antagonis (Beesley et al. 1998 pada rwuri 2005).



Gambar 2.1 Kerang Darah

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, 2023

2.5.3 Limbah Kulit Kerang Darah

Limbah kulit kerang merupakan bahan lokal yang mudah didapatkan serta limbah kulit kerang juga belum banyak dimanfaatkan. Limbah kulit kerang yang dihasilkan dari industri pengolahan kerang, memiliki komposisi kimia yang kaya akan kalsium dan mineral lainnya. Limbah ini seringkali dianggap sebagai masalah lingkungan, namun potensinya sebagai bahan tambahan dalam konstruksi juga semakin diakui. Kulit kerang mengandung senyawa kimia *pozzolan* yaitu mengandung zat kapur (CaO), aluminium oksida dan silika. Sehingga dengan harapan bahwa cangkang kerang dapat meningkatkan karakteristik beton (Rahmadi, 2017). Hal inilah yang menjadi dasar penulis memanfaatkan limbah sisa cangkang kerang untuk pembuatan beton *paving block*.



Gambar 2.2 Limbah Kulit Kerang
Sumber : Dokumen pribadi Peneliti, 2023

Adapun kandungan kimia pada kulit kerang darah (anadara granosa) bias dilihat pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Kandungan Kimia Kulit Kerang Darah (anadara granosa)

Komponen	Kadar (% berat)
CaO	66,70
SiO ₂	7,88
Fe ₂ O ₃	0,03
MgO	22,28
Al ₂ O ₃	1,25

Sumber : Tiara, (2017)

Berdasarkan teori-teori diatas ditunjukkan bahwa kulit kerang darah memenuhi persyaratan untuk menjadi tambahan dalam campuran pembuatan paving block, oleh sebab itu dengan digunakannya kulit kerang darah untuk tambahan campuran pembuatan *paving block* ini diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan, kuat lentur, dan daya serap air pada *paving block* yang diteliti.

2.6 Kuat Tekan Paving Block

Kuat tekan paving block adalah besaran beban yang mampu ditahan per satuan luas sebuah paving block sehingga paving block tersebut hancur akibat Gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan. Menurut SNI 03-0691-1996, Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat Tekan/kuat desak adalah sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan/kuat desak paving block (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A= Luas penampang benda uji (cm²)

2.6.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi Kuat Tekan

Menurut Tjokrodimuljo (1992), faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan Paving block diantaranya:

1. Faktor air semen

Faktor air semen (Fas) adalah perbandingan berat Antara air dengan semen Dalam suatu campuran beton. Dalam pencampuran terdapat nilai fas yang Optimum, terlalu sedikit (kecil) nilai fas-nya berakibat semen bereaksi kurang sempurna sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Kurang sempurnanya reaksi maupun kurang padatnya adukan beton mengakibatkan beton yang terjadi lemah dan berongga sehingga berakibat kekuatan beton berkurang. sedangkan jika nilai fas yang berlebihan bisa mengakibatkan sulit dalam pencetakan paving block, berkurangnya ketahanan abrasi, kekuatan tarik dan tekan. Fas yang umum digunakan ialah 0,35 dari berat semen.

2. Umur beton

Umur beton berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Berdasarkan penelitian umur beton untuk mencapai kuat desak maksimumnya adalah 28 hari, namun umur ini dapat bervariasi (lebih atau kurang dari 28 hari) yang disebabkan oleh jenis material atau bahan tambah dari suatu campuran. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton juga dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatannya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatannya.

3. Jumlah semen

Semen berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat yang terdapat dalam suatu campuran. Semen ditambah air bereaksi menjadi pasta, semakin sedikit pasta maka berakibat banyak rongga antar

agregat sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Hal ini berakibat kuat tekan beton menjadi rendah.

4. Jenis semen

Semen Portland dalam pembuatan beton terdiri dari beberapa jenis. Masingmasing jenis semen Portland mempunyai sifat tertentu, misalnya cepatengeras dan sebagainya, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan Betonnya.

5. Sifat agregat

Agregat terdiri dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

- 1) Kekerasan permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat dari pada permukaan agregat yang halus dan licin.
- 2) Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri yang mengunci dan sulit digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat. Oleh karena itu, beton yang dibuat dari batu pecah lebih kuat dari pada kerikil.
- 3) Kuat tekan agregat, karena sekitar 70% volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan rendah maka akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah.

2.7 Kuat Lentur Paving Block

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang

diberikan padanya, sampai benda uji patah. Kuat lentur bisa di hitung dengan rumus berikut ini :

$$f_r = \frac{Pl}{bd^2}$$

Keterangan:

f_r = Kuat lentur (MPa)

P = Beban maksimum yang menyebabkan keruntuhan balok (N)

l = panjang bentang diantara balok tumpuan (mm)

b = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

d = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

Berdasarkan ACI 522R-06 (ACI, 2006) kuat lentur dapat dipengaruhi oleh Persentase rongga udara, semakin besar persentase rongga udara semakin kecil nilai kuat lenturnya, semakin kecil persentase rongga udara semakin besar nilai kuat lenturnya. Selain persentase rongga udara nilai kuat tekan beton non psir dapat pula mempengaruhi nilai kuat lenturnya, semakin tinggi nilai kuat tekan maka semakin tinggi juga nilai kuat lenturnya dan semakin rendah nilai kuat tekannya semakin rendah juga nilai kuat lenturnya. Nilai kuat lentur dipengaruhi juga oleh nilai fas, jika nilai fas terlalu besar akan menyebabkan terjadinya pemisahan agregat dengan air dan pemisahan agregat dengan semen. Yang selanjutnya terjadi adalah semen dan air akan mengendap ke bawah cetakan menyebabkan kurangnya daya ikat antara agregat. Sedangkan nilai Fas yang terlalu kecil menyebabkan sulit tercampurnya bahan penyusun dari beton itu sendiri, bahan yang sulit tercampur membuat sulitnya dilakukan proses pemadatan di dalam cetakan. Sehingga beton yang padat tersebut dapat juga mengurangi kekuatan dalam menerima beban. Dikarenakan kuat lentur dapat dipengaruhi oleh kuat tekan, maka nilai fas dapat juga mempengaruhi kuat lentur.

2.8 Penelitian Terdahulu

Berikut ini penelitian-penelitian tentang penambahan limbah kulit kerang dalam pembuatan paving block yang dilakukan oleh beberapa peneliti dan dapat di jadikan sebagai acuan atau literatur untuk penyusunan skripsi ini adalah:

1. Muhammad Hasbi Arbi Dosen fakultas teknik sipil Universitas Almuslim (2015), dengan judul PENGARUH SUBSTITUSI CANGKANG KERANG DENGAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON Penelitian ini dilakukan untuk menghilangkan limbah kerang sekaligus menyelamatkan lingkungan pantai dari pencemaran sekaligus mencari inovasi baru pada teknologi beton , dan ingin mengetahui bagaimana pengaruhnya sebagai bahan substitusi agregat halus pada campuran beton. Substitusi cangkang kerang halus dengan variasi 5 % , 10 % dan 15 % dari volume agregat halus , dengan FAS 0,5 dan sampel berbentuk kubus 15 x 15 x 15 cm masing - masing masing 5 buah sehingga berjumlah 20 buah sampel .
2. Arfan Hidayat (2020), dengan judul PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KERANG SEBAGAI CAMPURAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR PADA PAVING BLOCK, Penelitian ini diajukan untuk memanfaatkan Limbah kulit kerang yang di hasilkan di provinsi Riau bagian Siapiapi, yang pemanfaatanya belum maksimal dan ingin mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan cangkang kerang sebagai bahan agregat halus pada pembuatan Paving Block. Subtitusi cangkang kerang halus dengan Variasi 10%, 20% dan 30%.
3. Muhammad Fadil Ichsan(2019), dengan judul ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK DI TINJAU DARI NILAI KUAT TEKAN DAN SERAP AIR, penelitian diajukan utuk memaksimalkan penggunaan limbah kulit kerang yang kurang dan untuk mengurangi ekpoliasi terhadap Sumber Daya Alam (SDA) yaitu Pasir

dengan memanfaatkan Limbah kulit kerang sebagai Bahan penganti Agregat halus pada pembuatan Paving Block maupun Beton.

2.8 Keaslian penelitian

Berdasarkan penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Muhammad hasbi arbi (2015), Arfan Hidayat (2020) dan Muhammad Fadil Ichsan (2019) terdapat perbedaan persentase dalam penggunaan bahan tambahan yang digunakan yaitu limbah kulit kerang. Penelitian dari Muhammad hasbi arbi (2015) ini menggunakan komposisi limbah kulit kerang sebesar 5%, 10%, 15%, sedangkan penelitian dari Arfan Hidayat (2020) dan Muhammad Fadil Ichsan (2019) memiliki persamaan persentase penambahan limbah kulit kerang yaitu sebesar 10%, 20%, 30% dari berat pasir dengan perbandingan campuran untuk semen dan pasir yaitu 1:4.

Dalam penelitian ini, peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya walaupun terdapat perbedaan pada bahan material dasar yang digunakan yaitu limbah kulit kerang darah untuk tambahan campuran pembuatan *paving block* dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan mutu B sebagai lahan parkir sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kuat tekan, dan kuat lentur pada *paving block*.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Nama Judul	Tujuan	Variasi Campuran	Metode Penelitian	Hasil penelitian		
					Kuat tekan (kg/cm ²)	Daya serap Air (%)	Mutu Beton
1	Pengaruh substitusi cangkang kerang dengan agregat halus terhadap kuat tekan beton (M ahasbi Arabi)	1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan variasi campuran 5%,10% dan 15%	0%, 5%, 10%, 15%	Eksperimen	210,5 268,8 238,1 201,3	- - - -	- - - -
2	Pengaruh penambahan cangkang kerang sebagai campuran terhadap kuat tekan dan daya serap air pada paving block (Arfan Hidayat)	1. Mengetahui kuat tekan pada paving block akibat penambahan cangkang kerang dengan variasi 10% 20% dan 30% dengan mutu B sebagai bahan pengganti campuran. 2. Mengetahui besar daya serap air pada paving block akibat penambahan limbah cangkang kerang dara dengan variasi 10% 20% dan 30% dengan mutu B sebagai bahan pengganti campuran.	0%, 10%, 20%, 30%	Eksperimen	186,47 254,69 288,68 336,36	4,89 4,75 4,53 3,53	B B B B

NO	Nama	Tujuan	Variasi Campuran	Metode Penelitian	Hasil penelitian		
	Judul				Kuat tekan (kg/cm ²)	Daya serap Air (%)	
3	Analisa pemanfaatan limbah kulit kerang sebagai bahan campuran pada pembuatan paving block di tinjau dari nilai kuat tekan dan daya serap air (M Fadli Ichsan)	1. Untuk mengetahui kuat tekan dan serap air pada produk paving block berbahan campuran limbah kulit kerang.	0% 10% 20% 30%	Eksperimen	- - - -	- - - -	- - - -



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel yang diselidiki. Pada eksperimen ini dilakukan untuk menguji kuat tekan dan kuat lentur *paving block* dengan campuran kulit kerang darah. Campuran kulit kerang sendiri memiliki 4 variasi yang berbeda dengan rasio antara semen, pasir, kulit kerang darah diantaranya 0%, 5%, 10% dan 15% limbah kerang darah.

3.2 Kajian Pustaka

Penelitian Kepustakaan ini dilaksanakan dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan inovasi *paving block* dan kulit kerang darah. Sumber literatur yang digunakan berupa journal, karya ilmiah dan situs situs penunjang. Penggunaan metode ini diharapkan dapat memberikan teori serta keperluan analisis sehingga dapat mendapatkan hasil data yang sesungguhnya.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penggunaan kulit kerang sebagai substitusi semen dalam *paving block*, beberapa metode pengumpulan data yaitu sebagai berikut:

1. Eksperimen Laboratorium:

Dalam metode ini dilakukan eksperimen pembuatan benda uji dengan melakukan pengujian *paving block* dengan variasi persentase substitusi kulit kerang. Ini akan memberikan data langsung tentang kuat tekan dan kuat lentur pada *paving block*.

2. Observasi :

Dalam metode observasi ini bertujuan untuk Mengamati proses produksi *paving block* yang menggunakan kulit kerang untuk memahami tantangan teknis dan mendapatkan informasi kontekstual.

3. Analisis Dokumen:

Dalam metode analisis dokumen ini peneliti Memeriksa literatur ilmiah, laporan penelitian sebelumnya, atau spesifikasi konstruksi yang relevan untuk memahami hasil-hasil penelitian terdahulu dan standar industri.

3.4 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini penulis menggunakan alat dan bahan yang menunjang pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan yaitu sebagai berikut :

3.4.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Ayakan No.4 (4,7mm).

Ayakan digunakan untuk mengayak abu cangkang kerang darah.



Gambar 3.1 No. 4 (4,7mm)

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

2. Jangka sorong.

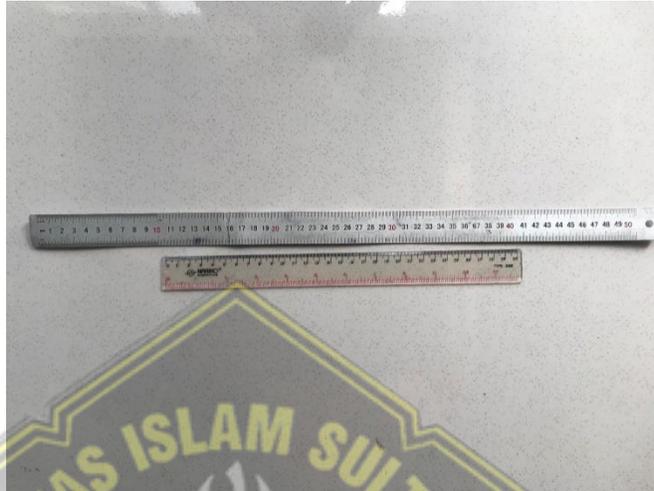
Jangka sorong digunakan untuk pengujian ukuran tebal paving block.



Gambar 3.2 Jangka Sorong

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

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



Gambar 3.3 Mistar/Penggaris

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

4. Sendok Semen.
Sendok semen digunakan untuk mengaduk campuran abu cangkang kerang darah ,semen, pasir, dan air.



Gambar 3.4 Sendok Semen

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

5. Ember/wadah

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



Gambar 3.5 Ember/Wadah

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

6. Timbangan digital

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



Gambar 3.6 Timbangan Digital

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

7. Compression Testing Machine (CTM).

Berfungsi sebagai alat untuk menguji kuat tekan.



Gambar 3.7 Compression Testing Machine (CTM)

Sumber : Dokumen pribadi peneliti,(2023)

8. Gelas ukur 100 ml

Gelas ukur digunakan sebagai takaran volume air.



Gambar 3.8 Gelas Ukur 100ml

Sumber : Dokumen pribadi peneliti,(2023)

3.4.2. Bahan

Berikut merupakan bahan bahan yang digunakan dalam penelitian :

1. Abu cangkang kerang darah



Gambar 3.9 Limbah Cangkang Kerang Darah yang Telah Dihancurkan

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

2. Semen Portland jenis I



Gambar 3.10 Semen Portland Jenis I

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

3. Agregat halus (pasir)



Gambar 3.11 Agregat halus (pasir)
Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

4. Air



Gambar 3.12 Air
Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

3.5 Mix Design

Penelitian ini menggunakan *SNI 03-0691-1996* sebagai acuan dalam menentukan mutu karakterisasi pembuatan paving block, maka untuk mempermudah mendapatkan hasil yang diharapkan, peneliti membuat *mix design* dengan rencana perbandingan antara semen dan pasir adalah 1 : 6 dengan variasi penambahan campuran kulit kerang sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat pasir yang digunakan, tetapi tidak mengurangi berat dari pasir tersebut, untuk perhitungan variasi persentase adalah :

1. Variasi persentase 5%, dihitung dari 100% dari berat pasir tanpa mengurangi berat dari pasir itu sendiri.

$$\begin{aligned} KK &= \frac{5}{100} \times P \\ &= \frac{5}{100} \times 1,8 \\ &= 0,09 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Keterangan : **KK** = Berat kulit kerang (Kg)

P = Berat pasir (Kg)

2. Variasi persentase 10%, dihitung dari 100% dari berat pasir tanpa mengurangi berat dari pasir itu sendiri.

$$\begin{aligned} KK &= \frac{10}{100} \times P \\ &= \frac{10}{100} \times 1,8 \\ &= 0,18 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Keterangan : **KK** = Berat kulit kerang (Kg)

P = Berat pasir (Kg)

3. Variasi persentase 15%, dihitung dari 100% dari berat pasir tanpa mengurangi berat dari pasir itu sendiri.

$$\begin{aligned} KK &= \frac{15}{100} \times P \\ &= \frac{15}{100} \times 1,8 \\ &= 0,27 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Keterangan : **KK** = Berat kulit kerang (Kg)

P = Berat pasir (Kg)

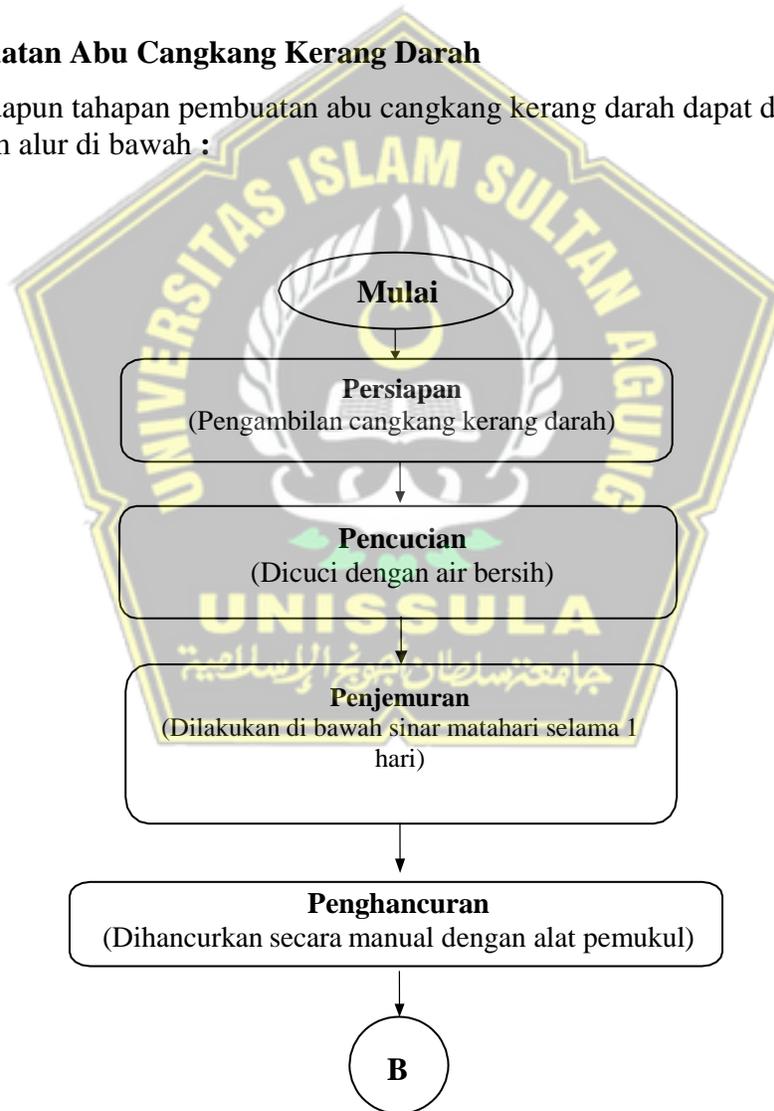
Tabel 3.1 *Mix Design* Pembuatan Benda Uji

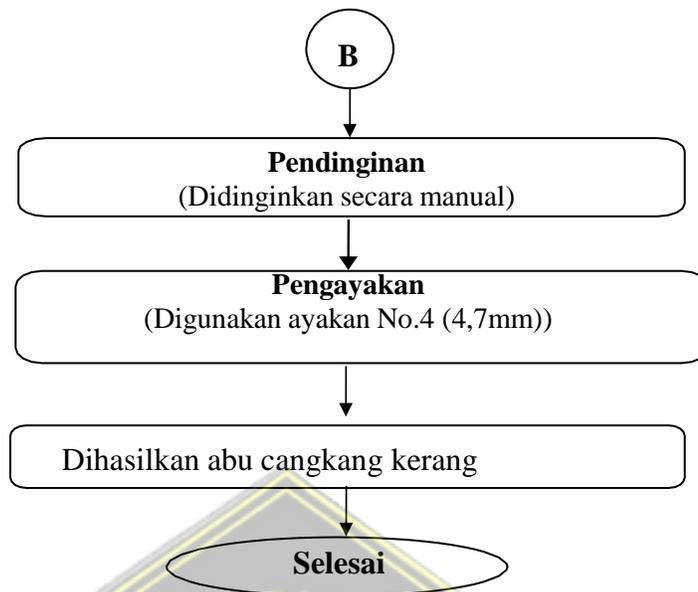
Jenis Benda Uji	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)	Kulit Kerang (Kg)
Paving Block Normal	0,3	1,8	0,2	0
Kulit Kerang 5%	0,3	1,8	0,2	0,09
Kulit Kerang 10%	0,3	1,8	0,2	0,18
Kulit Kerang 15%	0,3	1,8	0,2	0,27

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

3.6 Pembuatan Abu Cangkang Kerang Darah

Adapun tahapan pembuatan abu cangkang kerang darah dapat dilihat pada diagram alur di bawah :



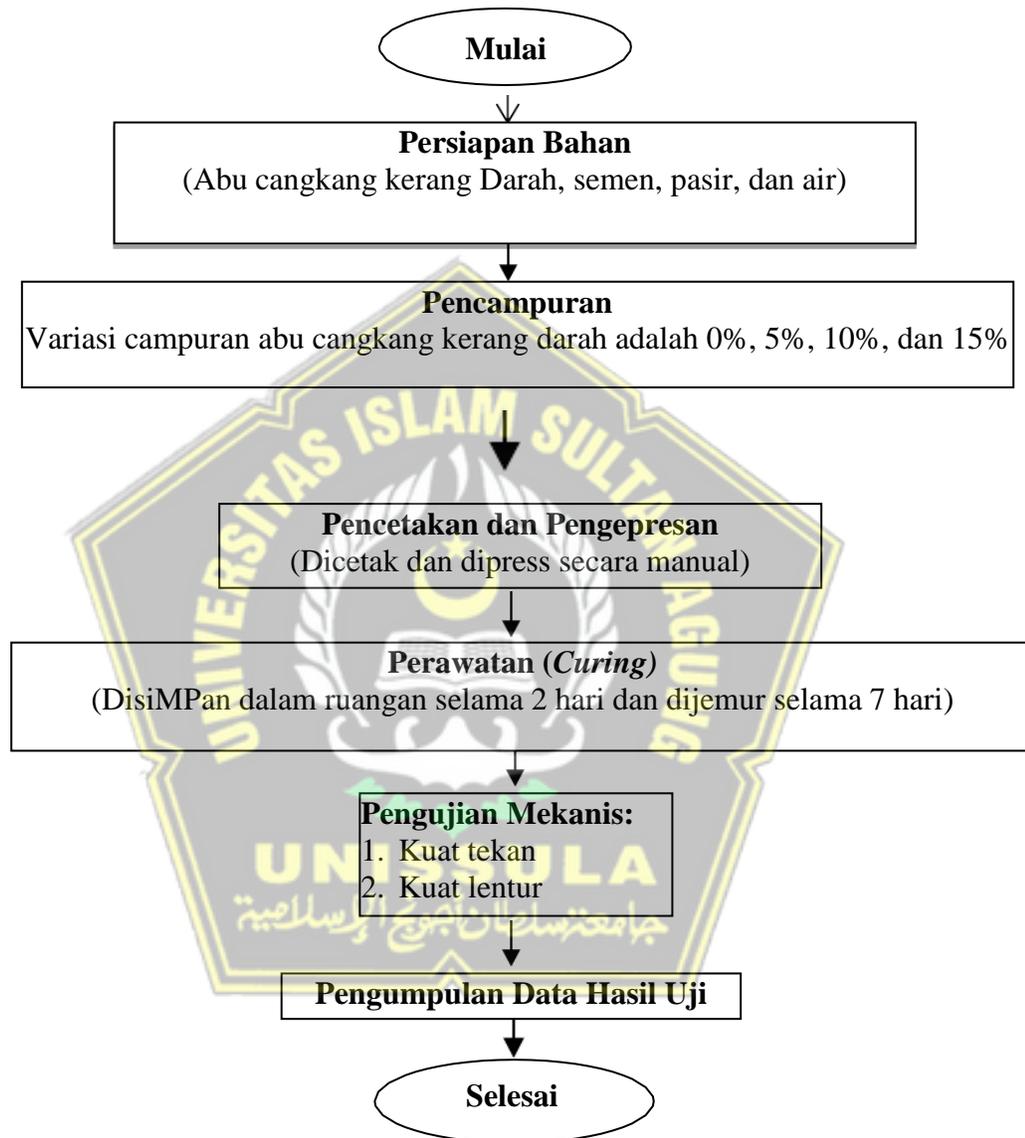


Gambar 3.13 Tahap pembuatan abu cangkang kerang darah
Sumber : Dokumen pribadi peneliti,(2023)

Diagram diatas merupakan alur pembuatan abu kulit kerang darah sebagai berikut :

- a) Menyediakan limbah cangkang kerang darah.
- b) Melakukan proses pembersihan cangkang kerang dari kotoran yang ada.
- c) Melakukan proses penjemuran cangkang kerang darah yang telah bersih dibawah sinar matahari selama 1 hari.
- d) Kemudian cangkang kerang darah dihancurkan secara manual, dengan menggunakan palu, setelah hancur lalu dipindahkan ke wadah.
- e) Kemudian melakukan pengayakan abu cangkang kerang darah menggunakan ayakan No.4 (4,7mm). Penelitian ini dilakukan untuk pembuatan paving block berbahan dasar semen, pasir, dan air, dengan variasi campuran abu cangkang kerang darah yang kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Parameter yang diuji terdiri atas:
 - 1.) Kuat tekan.
 - 2.) Kuat lentur

3.7 Pembuatan Paving Block

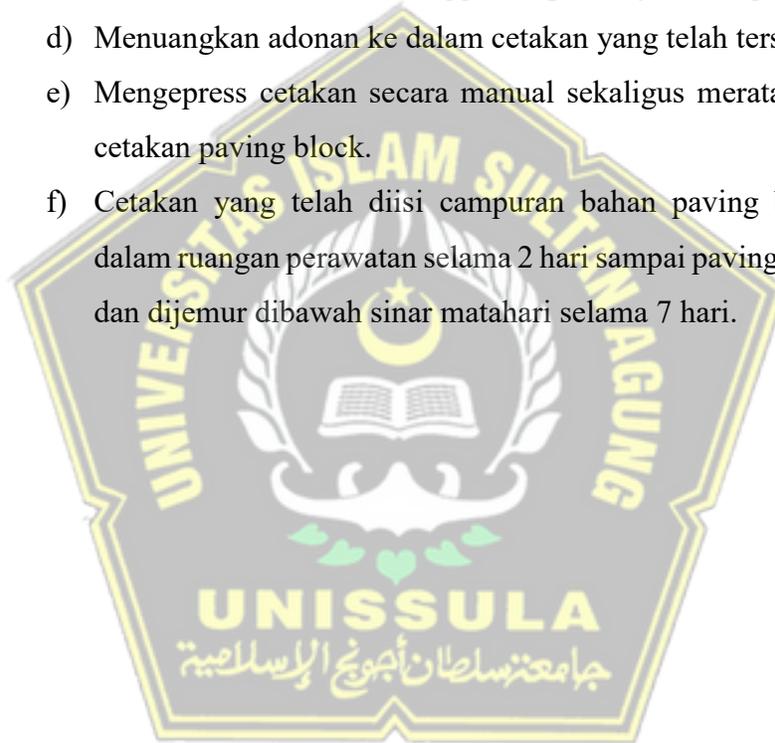


Gambar 3.14 Tahap pembuatan Paving Block

Sumber : Dokumen pribadi peneliti,(2023)

Proses pembuatan paving block adalah:

- a) Menyediakan bahan campuran paving block yaitu abu cangkang kerang darah, semen, pasir, dan air.
- b) Membersihkan semua alat yang akan digunakan agar tidak ada bahan-bahan lain yang dapat mempengaruhi campuran paving block.
- c) Mencampurkan semua bahan campuran paving block yang telah ditakar, kemudian aduk hingga campurannya homogen.
- d) Menuangkan adonan ke dalam cetakan yang telah tersedia.
- e) Mengepress cetakan secara manual sekaligus meratakan permukaan cetakan paving block.
- f) 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 7 hari.



3.8 Perawatan Benda uji (*Curing*)

Perawatan paving block dengan substitusi abu cangkang kerang darah ini berfungsi agar proses hidrasi beton menjadi sempurna. Proses ini dilakukan setelah benda uji mengeras. Perawatan dilakukan dengan cara merendam benda uji selama 7 hari.

3.9 Pengujian

Pengujian ini meliputi kuat tekan *paving block* paving block yang di uji berukuran panjang 20cm x lebar 10cm x tinggi 6cm. Pengujian paving block dilakukan pada 28 hari. Uji kuat tekan sesuai dengan SNI 03-0691-1996 untuk mengetahui kuat tekan *paving block* berbentuk balok. Kuat tekan pada paving adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji paving block hancur apabila di bebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan paving block di tentukan dari penelitian ini perbandingan semen, pasir, air dan campuran kulit kerang darah. Perhitungan kuat tekan pada paving block dengan rumus sebagai berikut:

1. Kuat tekan ($f'c$)

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan Paving Block

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang (cm²)

2. Kuat tekan rata-rata benda uji.

Kuat tekan rata-rata benda uji adalah kuat tekan *paving block* yang dicapai dari beberapa sampel benda uji di bagi dengan jumlah benda uji, dengan rumus berikut:

$$f'c'r = \sqrt{\frac{\sum_1^n f'c}{n}}$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan benda uji

$f'c'r$ = Kut tekan rata-rata jumlah bena uji

n = Jumlah benda uji

3. Kuat Lentur

$$fr = \frac{Pl}{bd^2}$$

Keterangan:

fr = Kuat lentur (MPa)

P = Beban maksimum yang menyebabkan keruntuhan balok (N)

l = panjang bentang diantara balok tumpuan (mm)

b = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

d = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

4. Kuat Beton

Ada 3 faktor yang bisa mempengaruhi kekuatan beton yaitu:

a. Sifat dan Proporsi Campuran Beton

Faktor pertama ini menjadi tindakan awal dalam proses pembuatan beton untuk mencapai mutu yang diinginkan. Anda tentu tahu bahwa setiap komponen yang diperlukan dalam campuran beton memiliki peranan penting. Namun ada beberapa sifat dan proporsi yang memiliki pengaruh dominan yaitu rasio air/semen, tipe semen, air campuran, agregat dan bahan tambahan.

b. Kondisi Pemeliharaan

Faktor yang kedua adalah kondisi pemeliharaan yang dilakukan setelah beton selesai dibuat. Meski menjadi salah satu material terkokoh namun bukan berarti beton tidak membutuhkan pemeliharaan. Faktanya, pemeliharaan secara berkala tetap perlu dilakukan agar beton berada di kondisi yang prima.

c. Faktor Pengujian

Dari mana kita tahu nilai kuat tekan beton? Sebelum dipasarkan atau diantar kepada pemesan, setiap beton akan melalui proses pengujian.

Pengujian ini biasa disebut dengan uji kuat tekan beton dan selalu dilakukan agar kita bisa tahu apakah kekuatan beton sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan yang direncanakan.

Pengujian ini sendiri biasanya dilakukan pada material beton segar yang berbentuk kubus atau silinder, di mana material beton ini sudah mewakili campuran beton. Langkah pertama siapkan alat uji tekan beton, setelah alat sudah siap, maka letakkan beton yang akan diuji tepat di bagian tengah mesin uji. Operasikan mesin dengan penambahan beban yang konstan antara 2 kg/cm² sampai dengan 4 kg/cm² per detiknya, Lakukan uji tekanan ini hingga beton yang diuji hancur dan catat semuanya termasuk beban maksimum, kondisi beton uji hingga gambar bentuk pecahannya selama pengujian berlangsung.

3.10 Analisa Hasil

Analisa hasil penelitian dapat dilakukan setelah proses-proses diatas dilaksanakan dan data-data yang dihasilkan dari awal penelitian sampai akhir penelitian diolah. Penelitian ini menggunakan tiga variable, yaitu variable bebas, variable terikat, dan variable terkontrol dengan uraian sebagai berikut :

1. Variable bebas

Variable bebas merupakan variable yang menjadi pengaruh atau penyebab, pada penelitian ini yaitu penambahan limbah kulit kerang darah yang telah diproses (0%, 5%, 10%, dan 15%).

2. Variable terikat

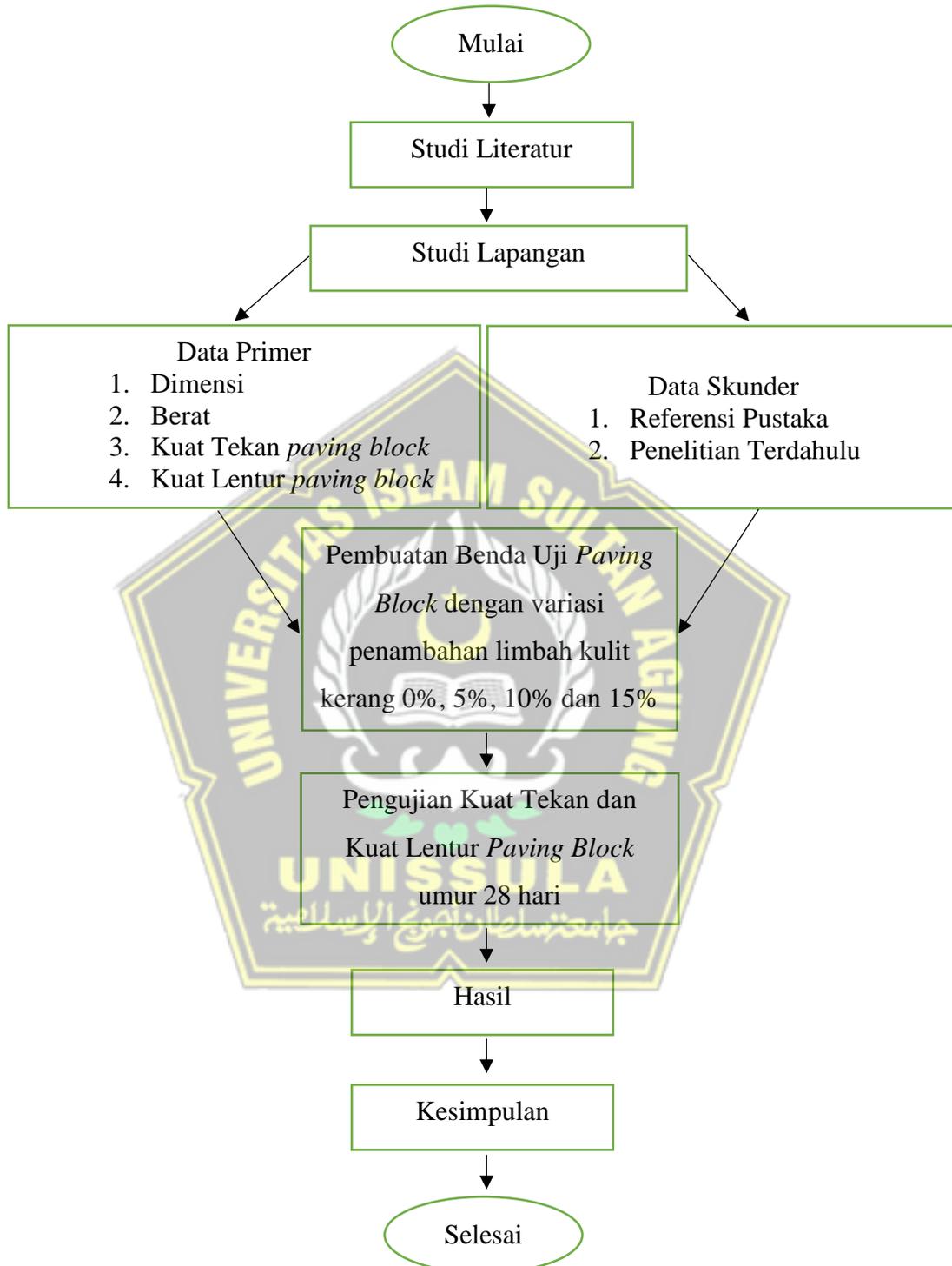
Variable terikat merupakan faktor yang diamati selama penelitian dan diukur untuk menentukan pengaruh pada variable bebas, pada penelitian ini variable terikat adalah kuat tekan dan kuat lentur.

3. Variable terkontrol

Selama penelitian ada beberapa variable yang dikontrol (variable terkontrol), pada penelitian ini menetapkan variable terkontrol yaitu :

- a. Tipe semen jenis I.
- b. Umur benda uji 28 hari.

3.11 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.15 Bagan alur penelitian
Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisis *Paving Block* Dengan Tambahkan Campuran Limbah

Kulit Kerang

Dalam pembuatan *paving block* mutu B dengan campuran limbah kulit kerang ini menggunakan metode manual atau tidak menggunakan mesin cetak paving untuk mengetahui potensi penggunaan limbah kulit kerang dalam pembuatan *paving block* dan diuji dengan metode kuat tekan dan kuat lentur.

4.1.1 Hasil Analisis Potensi Penggunaan Limbah Kulit Kerang

Limbah kulit kerang sebagai bahan konstruksi seperti paving block merupakan salah satu solusi inovatif untuk mengatasi masalah limbah sekaligus menghasilkan produk yang bermanfaat, limbah ini biasanya dihasilkan dari industri perikanan dan konsumsi makanan laut kemudian hanya dibuang begitu saja sehingga menimbulkan masalah lingkungan. Hasil yang ditunjukkan oleh beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa, kulit kerang sendiri merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami pengilinan dan memiliki karbonat tinggi, kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38% (Setyaningrum, 2009). Kulit kerang mengandung senyawa kimia *pozzolan* yaitu mengandung zat kapur (CaO), aluminium oksida dan silika, Sehingga dengan harapan bahwa cangkang kerang dapat meningkatkan karakteristik beton (Rahmadi, 2017). Dari beberapa penelitian tersebut, maka limbah kulit kerang berpotensi digunakan sebagai bahan konstruksi.

4.1.2 Hasil Analisis Potensi Penggunaan Limbah Kulit Kerang Darah Dalam Pembuatan *Paving Block*

Dari penelitian terdahulu menerangkan bahwa kulit kerang darah mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan* yaitu kapur (CaO) sebesar 66,70%, aluminium dan senyawa *silica* (Siregar, 2009 dalam Mifshella, 2015). Andre (2014) juga menerangkan bahwa kulit kerang darah yang memiliki sifat zat kapur, kalsium oksida dan *silica* dari kandungan cangkang kerang itu sendiri juga memiliki sifat seperti kandungan zat pada semen sebagai bahan pengikat pada proses pengerasan pada bata beton, Kandungan yang terdapat pada cangkang kerang dapat menambah daya ikat semen dengan agregat-agregat pada beton sehingga diharapkan akan menambah nilai kuat tekan beton. Salah satu alternative dalam mengurangi banyaknya limbah hasil laut adalah dengan memanfaatkan limbah kulit kerang darah sebagai bahan baku dalam pembuatan *paving block*. Kandungan senyawa kimia SiO_2 atau *silica* di dalam kulit kerang, Dari segi pemeliharaan kelestarian lingkungan cara ini merupakan upaya untuk mereduksi limbah yang berasal dari kulit kerang (Maulanie & Wibowo, 2004). Pernyataan ini diperkuat oleh kandungan kimia dari kulit kerang darah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Kandungan Kimia Kulit Kerang Darah

Komponen	Kadar (% berat)
CaO	66,70
SiO ₂	7,88
Fe ₂ O ₃	0,03
MgO	22,28
Al ₂ O ₃	1,25

Sumber : Tiara, (2017)

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa kandungan kimia dari kulit kerang darah hampir memiliki persamaan kandungan kimia dari semen yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Komposisi Senyawa Kimia Portland Semen

No.	Oksida Penyusun	Presentase
1	Kapur CaO	60-65 %
2	Silika SiO ₂	17-25 %
3	Alumunium Al ₂ O ₃	3-8 %
4	Besi FeO ₃	0,5-6 %
5	Magnesia MgO	0,5-4 %
6	Sulfur SO ₃	1-2 %
7	Soda/Potash Na ₂ O+K ₂ O	0,5-1 %

Sumber : S. Mindess, Francis Y. Dan D. Darwin (2003)

Pada kedua tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat persamaan antara kandungan kimia dari kulit kerang darah dan kandungan kimia dari semen, yang secara umum sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996 bahan yang digunakan dalam pembuatan Paving block yaitu pasir, air, dan semen, hal ini menunjukkan bahwa kulit kerang darah berpotensi menjadi bahan tambahan campuran dalam pembuatan *Paving Block*.

4.1.3 Hasil Analisis Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah *paving block* berumur 28 hari dengan jumlah benda uji sebanyak 3 buah dengan 4 variasi. Benda uji dipotong menjadi berbentuk kubus berukuran 6 cm x 6 cm x 6 cm.

Sifat yang paling penting dari *paving block* adalah kuat tekan. Kuat tekan biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat desaknya tinggi sifat-sifatnya lain juga (Tjokrodimulyo, 1992).

Pengujian kuat tekan *paving block* dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*
Sumber : Dokumen pribadi peneliti,(2023)



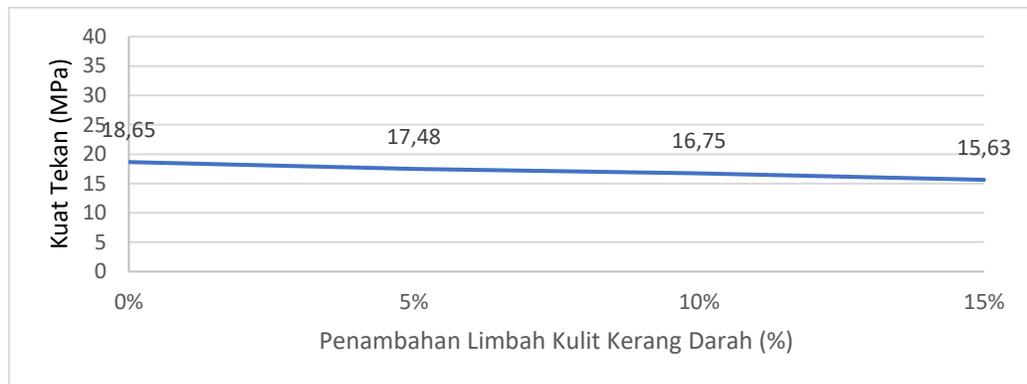
Hasil pengujian kuat tekan *paving block* ditampilkan pada Tabel 4.1 kemudian dilakukan penggolongan mutu *paving block* tiap variasi berdasarkan SNI 03-0961-1996 berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan *Paving Block* Dengan Campuran Kulit Kerang

Variasi	Kode Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Mutu	Kegunaan
0%	A1	6	6	6	68,2	18,94	18,65 (K-229)	B	Pelataran parkir
	A2	6	6	6	66,9	18,58			
	A3	6	6	6	66,4	18,44			
5%	B1	6	6	6	64,2	17,8	17,48 (K-214)	B	Pelataran parkir
	B2	6	6	6	63,5	17,63			
	B3	6	6	6	61,3	17,03			
10%	C1	6	6	6	60,8	16,89	16,75 (K-205)	C	Pejalan kaki
	C2	6	6	6	60,6	16,83			
	C3	6	6	6	59,6	16,55			
15%	D1	6	6	6	57,6	16	15,63 (K-192)	C	Pejalan kaki
	D2	6	6	6	56,2	15,61			
	D3	6	6	6	55	15,28			

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

Berdasarkan hasil dari tabel diatas maka dapat disajikan grafik seperti dibawah ini :



Gambar 4.2 Grafik kuat tekan rata-rata *paving block*
 Sumber : Dokumen pribadi peneliti,(2023)

Pada tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa pada keempat variasi memiliki hasil kuat tekan yang berbeda. Di variasi 0% mutu beton berada di klasifikasi B yaitu sebesar 18,65 Mpa, variasi ini menjadi patokan beton normal yang disebutkan pada SNI 03-0961-1996 dengan mutu B yang digunakan sebagai pelataran parkir. Pada tabel tersebut terjadi penurunan pada setiap variasi dengan penambahan limbah kulit kerang, pada variasi 5% terjadi penurunan kualitas yaitu sebesar 17,48 Mpa, namun angka ini masih memenuhi syarat mutu *paving block* B sesuai dengan SNI 03-0961-1996 yang menyebutkan bahwa *paving block* B memiliki rata-rata kuat tekan 20 Mpa dan minimal 17 Mpa, sedangkan di variasi 10% dan 15% menghasilkan kuat tekan rata-rata 16,75 MPa dan 15,63 MPa, angka tersebut tidak termasuk kedalam klasifikasi *paving block* B, namun tergolong kedalam klasifikasi *paving block* C yang digunakan untuk pejalan kaki.

4.1.3 Hasil Analisis Kuat Lentur

Kuat lentur merupakan salah satu dari sifat penting beton. Kuat lentur terbentuk akibat interaksi antara unsur-unsur pembentuknya yaitu semen, pasir, kerikil dan air. Penambahan kekuatan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bahan dasar, proses pengolahan dan perawatan. Salah satu cara menaksir kekuatan lentur beton adalah dengan tes lentur (kuat lentur).

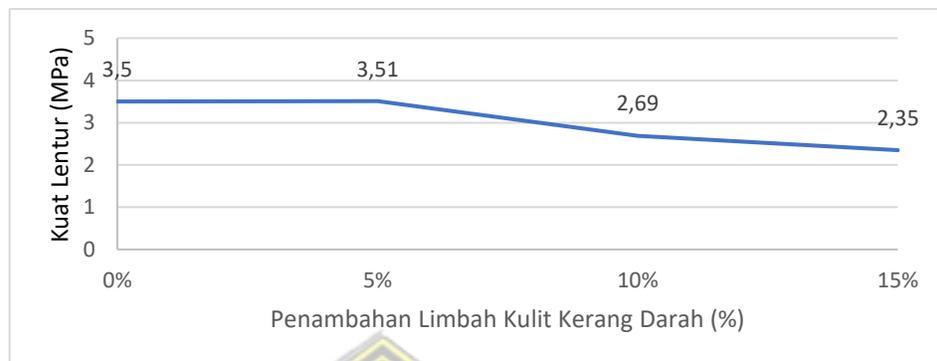
Pengujian ini dilakukan dengan 3 buah benda uji dengan variasi penambahan limbah kulit kerang 0%, 5%, 10% dan 15%, dengan ukuran benda uji panjang 20cm x lebar 10cm x tinggi 6cm disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Lentur *Paving Block* Dengan Campuran Kulit Kerang

Variasi	Kode Sampel	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Lentur (MPa)	Rata-rata (Mpa)
0%	A1	200	100	60	6.300	3,5	3,50
	A2	200	100	60	6.350	3,52	
	A3	200	100	60	6.310	3,5	
5%	B1	200	100	60	6.370	3,54	3,51
	B2	200	100	60	6.280	3,48	
	B3	200	100	60	6.330	3,51	
10%	C1	200	100	60	5.000	2,78	2,69
	C2	200	100	60	5.200	2,89	
	C3	200	100	60	4.400	2,4	
15%	D1	200	100	60	4.100	2,27	2,35
	D2	200	100	60	4.300	2,37	
	D3	200	100	60	4.350	2,41	

Sumber : Dokumen pribadi peneliti, (2023)

Berdasarkan hasil dari tabel diatas maka dapat disajikan grafik seperti dibawah ini :



Gambar 4.3 Grafik kuat lentur rata-rata *paving block*
Sumber : Dokumen pribadi peneliti (2023)

Dari tabel gambar grafik kuat lentur diatas dapat dilihat bahwa terdapat kenaikan kuat lentur pada campuran limbah kulit kerang 0% dengan nilai 3,5 MPa ke campuran limbah kulit kerang 5% dengan nilai 3,51, kemudian terjadi penurunan kuat lentur pada *paving block* dengan penambahan limbah kulit kerang 10% dengan nilai 2,69 MPa dan *paving block* dengan penambahan limbah kulit kerang 15% dengan nilai 2,35 MPa, kenaikan ini dikarenakan benda uji kuat lentur pada variasi penambahan limbah kulit kerang sebesar 5% terjadi kelebihan pemadatan pada proses pembuatan, sehingga sela-sela rongga dan struktur *paving block* menjadi lebih padat dan lebih berisi dan terjadi kenaikan pada nilai kuat lenturnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa proses pemadatan dalam pembuatan benda uji berpengaruh pada kualitas *paving block*.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur yang telah dilakukan menunjukkan bahwa limbah kulit kerang belum cukup menjadi potensi untuk digunakan sebagai bahan tambahan campuran dalam pembuatan *paving block*, dikarenakan terjadinya penurunan sifat mekanis di kuat tekan dan kuat lentur pada *paving block* yang diteliti. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengoptimalkan bagaimana cara mengoptimalkan limbah kulit kerang menjadi alternatif untuk penambahan campuran dalam pembuatan *paving block*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

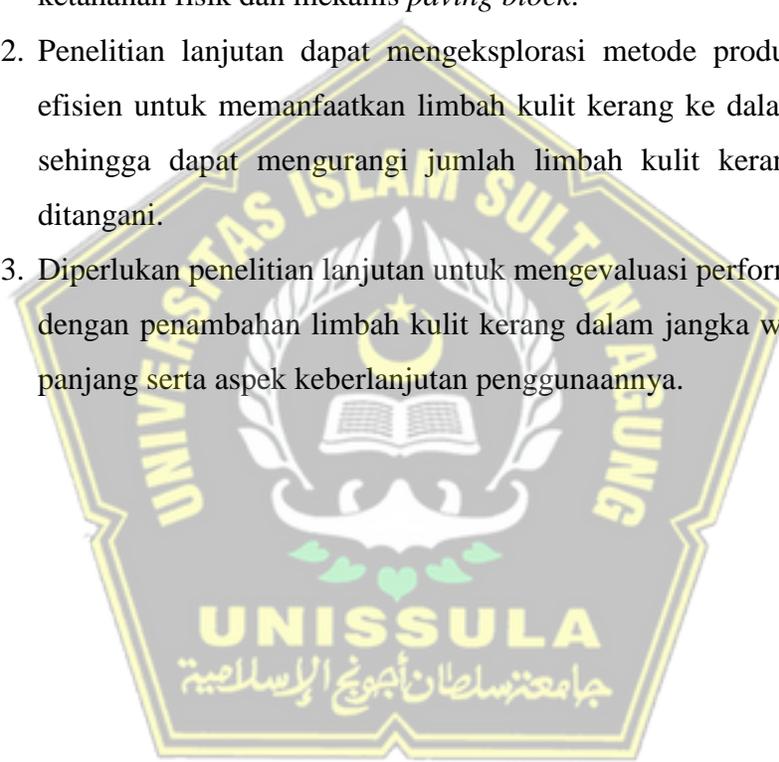
Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan yang signifikan berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data yang telah dilakukan, berikut kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini :

- a. Pada penelitian ini penggunaan limbah kulit kerang berpotensi menjadi bahan tambahan campuran dalam pembuatan *paving block* dikarenakan sifat kimianya yang memiliki persamaan dengan semen, sehingga penggunaannya dapat menjadi salah satu alternatif dalam keberlanjutan dalam dunia konstruksi.
- b. Dari hasil pengujian nilai kuat tekan didapatkan penurunan dari setiap variasi campuran pada benda uji, *paving block* dengan variasi penambahan limbah kulit kerang 0% mendapatkan hasil rata-rata kuat tekan sebesar 3,50 MPa, pada hasil pengujian *paving block* dengan penambahan limbah kulit kerang 5% dan 10% semakin menurunkan mutu kuat tekan *Paving block* sampai pada variasi campuran limbah kulit kerang 15% yaitu sebesar 2,35 MPa, setelah dibandingkan dengan SNI 03-0691-1996 mendapatkan hasil bahwa pada variasi campuran 0% dan 5% memenuhi syarat mutu B sebagai pelataran parkir, kemudian untuk variasi campuran 10% dan 15% masuk kedalam kategori mutu C pejalan kaki.
- c. Pada pengujian kuat lentur terjadi kenaikan hasil kuat lentur dari variasi 0% yaitu sebesar 3,50 MPa ke variasi 5% yaitu sebesar 3,51 Mpa, kemudian terjadi penurunan nilai kuat lentur di variasi 10% yaitu sebesar 2,69 MPa dan di variasi 15% sebesar 2,35 MPa. kenaikan ini disebabkan oleh pemadatan yang dilakukan secara berlebih daripada variasi 0%, 5% dan 10% yang melakukan pemadatan sebanyak 25 pukulan pada proses

pembuatan, yang mengakibatkan sela-sela rongga dan struktur paving block pada variasi penambahan limbah kulit kerang 5% menjadi lebih padat dan lebih berisi, sehingga proses pemadatan pada pembuatan paving block sangat berpengaruh pada sifat mekanis *paving block*.

5.2. Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan persentase limbah kulit kerang agar mendapatkan keseimbangan terbaik antara ketahanan fisik dan mekanis *paving block*.
2. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi metode produksi yang lebih efisien untuk memanfaatkan limbah kulit kerang ke dalam *paving block* sehingga dapat mengurangi jumlah limbah kulit kerang yang belum ditangani.
3. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi performa *paving block* dengan penambahan limbah kulit kerang dalam jangka waktu yang lebih panjang serta aspek keberlanjutan penggunaannya.



DAFTAR PUSTAKA

(Aditya 2012; Fauzy, Limantara, and Purnomo 2018; Ichsan 2019; Kusuma et al. 2012; Oktaria 2013; Supriyanto et 2019; Wahyu Saputra 2017a, 2017b, 2017b)

Aditya, Candra. 2012. "Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air Dan Ketahanan Aus *Paving block*." *Widya Teknika* 20(1):18–24.

Fauzy, Amanda Rizky, Arthur Daniel Limantara, and Yosef Cahyo Setianto Purnomo. 2018. "Pemanfaatan Serat Limbah Hasil Anyaman Berbahan Bambu Sebagai Campuran Standard Mix Design *Paving block*." *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 1(1)

Ichsan, Muhammad Fadil. 2019. "Analisa Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan *Paving block* Di Tinjau Dari Nilai Kuat Tekan Dan Serapan Air." 19.

Kusuma, Erwin Wijaya, Program Studi, Teknik Lingkungan, and Fakultas Teknik Sipil. 2012. "Provided by UPN Jatim Repository,2012

Oktaria, Tika. 2013. "Tika Oktaria." *Durabilitas Beton Dengan Subsitusi Sebagian Semen Dengan Abu Sekam Padi* 28–50.

Supriyanto, Sri Wiwoho Mudjanarko, Koespiadi, and Arthur Daniel Limantara. 2019. "Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis High Density Polyethylene (Hdpe) Ada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Ac- Wc (Asphalt Concrete Wearing Course)." *Paduraksa* 8(2):222–33.

Wahyu Saputra, Tri. 2017a. *Program Studi Teknik Sipil - Fakultas Teknik Universitas Udayana*.

Wahyu Saputra, Tri. 2017b. "Program Studi Teknik Sipil - Fakultas Teknik Universitas Udayana." *Repository.Unbari.Ac.Id L(1494094006):1–59*.

SNI 03-0691-1996 bata beton (*paving block*). Badan Standarisasi Nasional, Bandung
SNI 03-2834-2000.2002." tata cara pembuatan rencana campuran beton Normal".
Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

Harijanto, D., Zuhdy, A.Y., Wibowo, B.(2012). Studi pemanfaatan Limbah PT Boma Bisma Indra Untuk pembuatan *Paving block*. ISBN. 978-979-18342-0-9:129-137

Siregar,S.N.(2009). Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Mulyono.T.(2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta