

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG (*Cerastoderma edule*) SEBAGAI
BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN PAVING BLOCK RAMAH LINGKUNGAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
(S.T) pada program studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

FRIDHA SURYADHINI APSHARI

NIM: H75216035

Dosen Pembimbing:

Abdul Hakim, M.T

Widya Nilandita, M.KL

PRODI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2023

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Fridha Suryadhini Apshari

NIM : H75216035

FAK/PRODI : FST / Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Dengan ini menyatakan bahwa tidak melakukan plagiasi dalam penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul **“PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG (*Cerastoderma edule*) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PAVING BLOCK RAMAH LINGKUNGAN**” Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia diberikan sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 09 Januari 2023



(Fridha Suryadhini Apshari)
H75216035

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir Oleh,

NAMA : Fridha Suryadhini Apshari

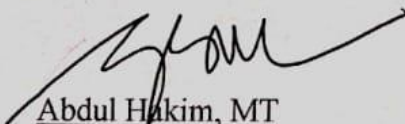
NIM : H75216035

JUDUL : Pemanfatan Limbah Cangkang Kerang (*Cerastoderma edule*)
Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block Ramah
Lingkungan

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 11 Oktober 2022

Dosen Pembimbing I


Abdul Hakim, MT
NIP. 198008062014031002

Dosen Pembimbing II


Widya Nilandita, S.KM, M.KL.
NIP. 198410072014032002

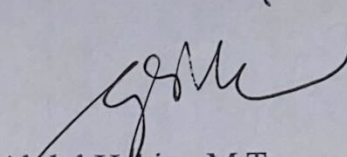
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Nama : Fridha Suryadhini Apshari
NIM : H75216035
Judul : Pemanfaatan Limbah Cangkang (Cerastoderma edule) Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan.

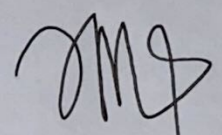
Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi
Di Surabaya, 06 Januari 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Dosen Penguji I


Abdul Hakim, M.T
NIP. 198008062014031002

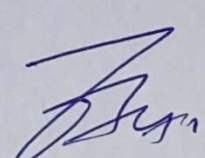
Dosen Penguji II


Widya Nilandita, M.KL
NIP. 198410072014032002

Dosen Penguji III


Yustianti, M.T
NIP. 198210222014032001

Dosen Penguji IV


Teguh Taruna Utama, M.T
NIP. 201603319

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya




Abdul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : FRIDHA SURYADHINI APSHARI
NIM : H75216035
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : fridhasd1606@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG (CERSTODERMA EDULE)
SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PAVING BLOCK RAMAH LINGKUNGAN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 09 Januari 2023

Penulis

(FRIDHA SURYADHINI
APSHARI)

ABSTRAK

Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang (*Cerastoderma edule*) Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan.

Indonesia merupakan negara maritim mempunyai wilayah lautan yang luas. Lautan tersebut memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat, khususnya masyarakat yang bermukim di area pesisir. Namun, disamping banyaknya manfaat yang diberikan juga didapatkan berbagai permasalahan, salah satunya adalah limbah cangkang kerang. Di kelurahan Kedung Cowek, Kenjeran Surabaya Jawa Timur mempunyai permasalahan terkait limbah cangkang kerang yang tidak diolah dengan baik, dan dibiarkan menumpuk begitu saja karena TPA Benowo Surabaya tidak mengangkut limbah tersebut. Limbah cangkang kerang dapat dimanfaatkan menjadi sesuatu yang mempunyai nilai. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis pemanfaatan limbah cangkang kerang menjadi bahan baku campuran pada paving block dengan melakukan uji kuat tekan dan uji serapan air. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dimana dilakukan variasi percobaan dengan menggunakan 4 variasi sampel. 0% cangkang kerang, 5% cangkang kerang, 10% cangkang kerang, dan 15% cangkang kerang. Dari hasil pengujian kuat tekan sebesar paling efektif terdapat pada percobaan hari ke 14 dengan variasi campuran 15% sebesar 201,90 kg/cm²/19,79 Mpa. Pengujian penyerapan air dengan variasi sampel 5% memiliki hasil paling efektif sebesar 8,90%.

Kata Kunci: Cangkang Kerang, Paving Block, Ramah Lingkungan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

Indonesia is a maritime country that has a large ocean area. The ocean provides great benefits for society, especially people who live in coastal areas. However, besides the many benefits provided, there are also various problems, one of which is shellfish waste that is not processed and thrown away. In the Kedung Cowek sub-district, Kenjeran District, Surabaya City, East Java, there is a problem related to shellfish waste that is not treated properly, and is simply allowed to pile up because the Benowo TPA Surabaya does not transport the waste. Waste clam shells can be used as an alternative ingredient for animal feed and also for other mixed ingredients that have added value and their own economy. The purpose of this study was to analyze the utilization of clam shell waste as a mixed raw material for paving blocks by carrying out a compressive strength test and a water absorption test. This study used an experimental method, in which experiments were carried out using 4 variations of the sample, 0% clam shells, 5% clam shells, 10% clam shells, and 15% clam shells. From the results of the most effective compressive strength test found on the 14th day experiment with a 10% mixture variation of 201.90 kg/cm² or 19.79 Mpa. Whereas for water absorption testing with a sample variation of 5% has the most effective average result of 8.90%.

Keywords: Shells, Paving Block, Eco-Friendly.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas karunia dan rahmat Allah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang (*Cerastoderma sp.*) Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan". Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik karena telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan penulis kesehatan dan kemampuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Shinni Wazna Auvaria, M.T. dan Ibu Sulistya Nengse, M.T selaku Ketua Program Studi dan Sekretaris prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
3. Bapak Abdul Hakim, M.T dan Ibu Widya Nilandita, M.KL selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan selama pelaksanaan Tugas Akhir.
4. Ibu Yusrianti, M.T dan Bapak Teguh Taruna Utama, M.T selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II dalam sidang akhir Tugas Akhir dan juga sekaligus membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Ayah, mama, dan bapak serta keluarga yang senantiasa memberikan motivasi penuh serta dukungan materiil yang tidak ternilai harganya.
6. Teman-teman yang telah memberikan motivasi dan bantuan dari awal hingga akhir proses penulisan Tugas Akhir.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tulisan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 3 April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
1 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kulit Kerang (<i>Cerastoderma sp.</i>).....	5
2.2 Paving Block	8
2.3 Portland Cement.....	10
2.3.1 Bahan Baku Semen dan Senyawa-Senyawa Semen	10
2.3.2 Sifat-Sifat Portland Cement	11
2.3.3 Jenis-jenis Portland Cement.....	12
2.4 Air.....	13
2.5 Agregat	14
2.5.1 Klasifikasi Agregat dari Besar Butirannya	14
2.5.2 Gradasi Agregat	19
2.6 Penelitian Terdahulu	20
3 BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Tahap Penelitian	24
3.2.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.2.2 Pemilihan dan Prosedur Penelitian	25
3.2.3 Kerangka Penelitian	27
3.3 Pelaksanaan Penelitian	28
4 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil Penelitian	30
4.2 Kualitas Mutu Beton	30
4.2.1 Mutu Beton Karakteristik	31

4.2.2	Mutu Beton F_c'	39
4.3	Rencana <i>Mix Design</i>	32
4.3.1	Komposisi <i>Mix Design</i> Paving Block K 300	32
4.3.2	Formula Campuran Paving Block K 300.....	33
4.3.3	Proses Pembuatan Paving Block K 300.....	36
4.3.4	Perawatan Benda Uji Paving Block K 300	39
4.4	Pengujian Kuat Tekan	39
4.5	Penyerapan Air	42



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis kerang	4
Tabel 2.2 Komposisi kimia serbuk cangkang kerang	7
Tabel 2.3 Susunan senyawa <i>portland cement</i>	10
Tabel 2.4 Batas gradasi agregat halus	16
Tabel 2.5 Batas gradasi agregat kasar	20



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Paving Limbah plastik	8
Gambar 2.2 Paving dengan kulit kerang.....	9
Gambar 2.3 Pasir Elod.....	17
Gambar 2.4 Pasir Beton	17
Gambar 2.5 Pasir Merah	18
Gambar 2.6 Pasir Sungai.....	18
Gambar 2.7 Pasir Pasang	19
Gambar 2.8 Agregat Kasar	19
Gambar 3.1 Diagram Alir	24
Gambar 3.2 Kerangka Konsep	25

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan adanya pembangunan fisik menjadi salah satu penyebab eksploitasi Sumber Daya Alam yang berlebihan. Permasalahan utama yang di hadapi oleh masyarakat pesisir pantai khususnya di kelurahan Kedung Cowek, Kenjeran adalah menumpuknya limbah kulit kerang. Penumpukan kulit kerang ini menjadi sarang hidupnya bakteri sehingga dapat menimbulkan wabah muntaber, diare dan juga DBD (Demam Berdarah) dan lain sebagainya. Selain itu penumpukan kulit kerang juga menimbulkan bau yang tidak sedap sehingga mengundang datangnya kawanan tikus dan serangga yang menyebabkan berbagai penyakit pencernaan, penyakit kuning, penyakit cacing perut, malaria dan lain sebagainya (Dewi Kurniasih, 2017). Beberapa cara digunakan untuk melakukan pengurangan eksploitasi sumber daya alam, salah satunya yaitu melakukan pemanfaatan limbah kulit kerang menjadi bahan baku produksi paving block. Jenis limbah kulit kerang bermacam-macam, ada yang merupakan dari cangkang kerang hijau, kerang gong-gong, kerang simping dan lainnya (Dewi kurniasih, 2017) akan digunakan sebagai pengganti *portland cement*, cangkang kerang dan semen sama-sama mempunyai kandungan senyawa kimia SiO_2 , yang mana diharapkan produksi paving block tidak banyak menggunakan semen. Hal ini merupakan upaya untuk melakukan pengurangan limbah kulit kerang (Maulanie, & Wibowo., 2004).

Limbah kulit kerang sangat jarang untuk dimanfaatkan. Pada peneilitian terdahulu ditemukan beberapa penelitian (4 jurnal penelitian terdahulu dengan masing-masing topik pembahasan yang berbeda). Limbah kulit kerang banyak dimanfaatkan untuk hiasan, campura kosmetik, dan pakan ternak. Namun jumlah dan volumenya semakin hari semakin memberikan pengaruh negative terhadap lingkungan kampung nelayan. Limbah kulit kerang juga menyebabkan terjadinya kerusakan pada keindahan pantai (Budiarini, 2004). Danusaputro (dalam Suratmin dkk, 2007) bahwa apabila pembuangan limbah kulit kerang terus dilakukan tanpa dilakukan pengolahan maksimal, menyebabkan timbulnya gangguan keseimbangan, hal tersebut juga menyebabkan tidak berfungsinya lingkungan dalam hal kesejahteraan, kesehatan, dan keselamatan hayati

Dalam penelitian ini penulis menggunakan kulit kerang menjadi bahan campuran yang menggantikan *portland cement* untuk memproduksi paving block, sehingga dapat

menurunkan biaya operasional produksi. Kerang merupakan sumber protein yang berasal dari laut dengan jumlah yang melimpah. Dalam sehari limbah kulit kerang yang dihasilkan bisa mencapai 1 truk, namun sampah tersebut ditolak serta dilarang dibuang di TPA Benowo, Surabaya Barat (Dewi Kurniasih, 2017). Alternative pemanfaatan limbah kulit kerang diharapkan mampu mereduksi limbah yang terbuang yang berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, dan mempunyai nilai ekonomis tersendiri.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ
قَرِيبٌ مِنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “Dan jangan membuat kerusakan di bumi setelah diciptakan sebagaimana mestinya. Dan berserulah kepada-Nya dengan harapan dan rasa takut. Sesungguhnya rahmat Allah selalu dekat dengan orang-orang yang berbuat baik” Al-A’raf 56.

Tafsir Ibnu Al-Maududi bahwa Perintah untuk tidak membuat kerusakan di muka bumi berarti tidak merusak tatanan kehidupan yang benar. Apa yang pada dasarnya merupakan 'membuat kerusakan' adalah menyerahkan diri pada hawa nafsu, melakukan tindakan hormat pada manusia lain dan menganut moral dasar, tatanan sosial, peradaban, prinsip dan hukum yang berasal dari sumber selain Petunjuk Allah. Ini adalah kerusakan esensial yang darinya kejahatan yang tak terhitung banyaknya dan yang ingin diberantas oleh Al-Qur'an. Al-Qur'an juga menekankan bahwa keteraturan yang baik adalah kondisi asli, dan kekacauan dan kerusakan terjadi kemudian sebagai kecelakaan akibat ketidaktahuan dan pelanggaran manusia. Dengan kata lain, kehidupan manusia di bumi tidak dimulai dengan kerakusan, kepercayaan politeistik, pemberontakan melawan Allah dan kekacauan moral yang kemudian secara bertahap diperkenalkan reformasi. Sebaliknya, kehidupan manusia dimulai dengan tatanan yang baik dan kemudian menjadi rusak karena kesesatan dan kerakusan manusia. Allah mengutus para Nabi dari waktu ke waktu untuk memberantas kekacauan yang telah terjadi dan mengembalikan tatanan yang asli dan baik. Nabi-nabi ini terus-menerus menasihati orang-orang untuk menahan diri dari mengganggu tatanan asli dan membuat kerusakan. Al-Qur'an lebih mendalilkan bahwa kehidupan manusia dimulai dalam cahaya penuh Petunjuk Ilahi, bahwa keadaan asli sesuai dengan Jalan Benar yang ditentukan oleh Allah.

Maksud dari ayat tersebut adalah hendaknya kita sebagai manusia harus menjaga dan tidak membuat kerusakan di bumi dalam bentuk apapun. Sedari itu sebagai manusia yang bisa dilakukan adalah dengan menjaga keadaan alam sekitar dan juga melestarikan

mahluk hidup yang ada di bumi dan seisinya. Salah satu hal yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan pemanfaatan limbah-limbah agar tidak merusak lingkungan. Dengan melakukan pemanfaatan yang benar maka kita sudah termasuk melakukan pemanfaatan limbah dengan baik.

Paving block merupakan salah satu produk yang digunakan untuk membuat bangunan. Paving block terdiri dari agregat dengan air, campuran semen, maupun bahan lainnya. Paving block disebut juga bata beton atau *cone block*. Penggunaan paving block sangat luas, sebagai penutup maupun pengeras permukaan tanah, maupun kegiatan yang membutuhkan spesifikasi khusus lainnya.

Pengujian kuat tekan merupakan cara yang digunakan untuk menganalisis nilai kekuatan benda uji. Pengujian ini digunakan sebagai acuan penggunaan bahan dan sebagai syarat untuk mendapatkan nilai mutu. Biaya pembuatan bata beton murni dengan campuran semen dan pasir membutuhkan biaya cukup tinggi. Limbah cangkang kerang menjadi alternative untuk pengganti bahan utama apabila susah didapatkan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini, sebagai berikut :

1. Bagaimana komposisi optimum campuran cangkang kerang untuk pembuatan paving block?
2. Bagaimana nilai kuat tekan dan penyerapan air pada produk paving block berbahan baku limbah cangkang kerang ?
3. Bagaimana hasil nilai paving block mutu D yang sesuai dengan SNI 03-0691-1996?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan adanya Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui komposisi optimum campuran cangkang kerang untuk menghasilkan paving block.
2. Mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air pada produk paving block berbahan baku limbah kulit kerang.
3. Mengetahui hasil paving block mutu D yang sesuai dengan SNI 03-0691-1996

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan alternatif kepada masyarakat khususnya kepada para nelayan dan masyarakat sekitar pesisir pantai Kenjeran untuk melakukan pemanfaatan limbah cangkang kerang menjadi bahan pembuatan paving block sederhana dan ramah lingkungan yang mempunyai nilai ekonomis.
2. Memberikan tambahan wawasan mengenai limbah cangkang kerang menjadi bahan material alternatif.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Cangkang kerang yang digunakan berasal dari limbah cangkang kerang yang ada di pantai Kenjeran Kecamatan Bulak Banteng, Kota Surabaya.
2. Menggunakan cangkang kerang sebagai bahan campuran untuk pembuatan paving block.
3. Uji kuat tekan, dan uji penyerapan air merupakan uji kelayakan yang dilakukan untuk mengetahui kualitas paving block
4. Benda uji paving block dibuat dengan bentuk ukuran konvensional paving block berukuran 20x10 cm dengan ketebalan 6 sampai 8 cm.
5. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini selain semen adalah cangkang kerang, pasir dan air.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Kerang (*Cerastoderma* sp.)

Cerastoderma sp adalah sekumpulan nama moluska *dwicangkerang* dari famili *cardiidae* yang merupakan salah satu perikanan yang sudah dibudidayakan sebagai usaha sampingan masyarakat di daerah pesisir. Pembudidayaan kerang tergolong mudah dikerjakan, tidak membutuhkan modal besar, dan dapat dipanen selama 6-7 bulan. Kulit kerang berisi tiga bukaan yaitu ekshalen, inhalen, dan pedal digunakan sebagai pengalir air dan mengeluarkan kakinya. Kerang hanya mengorek lubang dengan kakinya dan makan plankton yang ditawarkan oleh aliran air yang masuk dan keluar. Kerang merupakan hermafrodit.

Berikut ini merupakan beberapa jenis kerang yang banyak di jumpai di masyarakat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 jenis-jenis kerang

No.	Jenis Kerang	Gambar	Keterangan
1.	<i>Chlamys Varia</i>		Kingdom: Animalia Filum: Mollusca Kelas: Bivalvia Subkelas: Pectinida Famili: Pectinidae Genus: <i>Chlamys</i> Spesies: <i>C.varia</i>
2.	<i>Cerastoderma edule</i>		Kingdom: Animalia Filum: Mollusca Kelas: Bivalvia Ordo: Cardiida Famili: Cardiidae Genus: <i>Cerastoderma</i> Spesies: <i>C.edule</i>
3.	<i>Mercenaria, mernenaria</i>		Kingdom: Animalia Filum: Mollusca

			Kelas: Bivalvia Subkelas: Heterodonta Ordo: Venerida Superfamili: Veneroidea Famili: Veneridae Genus: <i>Mercenaria</i>
4.	Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>)		Kingdom: Animalia Filum: Mollusca Kelas: Bivalvia Subkelas: Pteriomorpha Ordo: Arcoida Famili: Arcidae Genus: <i>Anadara</i> Spesies: <i>A.granosa</i>
5.	Kijing Hijau (<i>Pilsbryoconcha Exilis</i>)		Kingdom: Animalia Filum: Mollusca Kelas: Bivalvia Ordo: Eulamellibranchiata Subordo: Integripalliata Famili: Unionidae Genus: <i>Pilsbryoconcha</i> Spesies: <i>Pilsbryoconcha exilis</i>
6.	<i>Magallana Gigas</i>		Kingdom: Animalia Filum: Mollusca Kelas: Bivalvia Ordo: Ostreida Famili: Ostridae Genus: <i>Magallana</i> Spesies: <i>M.gigas</i>

Cangkang kerang adalah kerangka terluar dari kerang. Cangkang ini mengeluarkan secreta dan dibentuk oleh *epitel mentel* atau sel cangkang. Cangkang terdiri dari beberapa lapisan, diantaranya *Periostracum* berwarna hitam, yang terbuat dari tanduk *cocchiolin*. Ada juga *Prismatic*, yang terbuat dari kristal-kristal kalsium karbonat atau zat kapur berbentuk prisma. Kemudian, *nacreas* atau lapisan mutiara terdiri dari kristal-kristal kalsium karbonat (zat kapur yang berbentuk prisma dengan susunan yang lebih rapat). Engsel cangkang terbentuk oleh ligamen atau ikat jaringan. Karena adanya dua adduktor, satu terletak di kompartemen anterior dan yang lainnya di kompartemen posterior. Di antara beberapa jenis kerang, ada satu yang bisa menghasilkan mutiara berkualitas tinggi dan harga terjangkau: kerang tiram mutiara.

Kerang mutiara dapat digunakan lebih dari sekedar perhiasan; tetapi juga dapat digunakan sebagai bahan kosmetik. Budidaya kerang mutiara ini dianggap sangat diperlukan karena permintaan pasar terhadap mutiara alam, yang mengakibatkan persediaan mutiara di alam semakin terbatas dan mendapatkan jenis mutiara yang sesuai dengan selera pasar.

Cangkang kerang memiliki komposisi kalsium karbonat (CaCO_3) yang lebih banyak dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan lainnya. Hal ini dikarenakan kerasnya cangkang kerang. Semakin banyak cangkang, semakin banyak kalsium karbonat (CaCO_3). Artinya jika cangkang terkena udara berkualitas tinggi, seperti HCl dan ion logam, akan mampu mendeteksi kontaminasi logam. Kandungan kimia serbuk cangkang kerang (Siti Maryam, 2006) seperti **Tabel 2.2** berikut ini.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Kerang

Komposisi Kimia Cangkang Kerang	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: Siti Maryam, 2006

2.2 Paving Block

Paving block merupakan produk bangunan yang dibuat dari campuran agregat, semen, dan air. paving block digunakan sebagai salah satu alternatif pengerasan atau penutupan permukaan tanah. Paving block juga disebut sebagai beton blok atau *cone block* karena terbuat dari semen portland atau bahan hidrolis jenis tertentu, air, dan agregat, serta bahan lainnya (SNI 03-0691-1996). Paving block memiliki berbagai aplikasi sebagai bahan bangunan dan alat untuk reklamasi lahan, mulai dari perawatan sederhana hingga aplikasi yang lebih kompleks yang membutuhkan pengetahuan khusus. *Paving block* biasanya digunakan sebagai pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, kompleks perumahan, pemukiman, memperindah taman, pengerasan area parkir, area perkantoran, pabrik, halaman sekolah, hotel, restoran bahkan pada pelabuhan peti kemas, bandar udara, terminal bis dan stasiun kereta.

Peningkatan mutu paving block antara lain dapat dilakukan dengan menggunakan bahan pelengkap yang dapat meningkatkan daya tahan paving block. Paving block memiliki nilai estetika yang baik karena selain berbentuk persegi atau persegi panjang, paving block dapat dicat atau diberi zat timah selama proses konstruksi. Paving block ini berfungsi untuk lantai yang berkembang di luar bangunan dan tidak boleh retak-retak dan cacat.

1) Klasifikasi dan Syarat mutu paving block

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

A. Klasifikasi

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

B. Syarat mutu

1. Sifat tampak

Bata beton harus memiliki permukaan baik dan rata, tidak ada retak dan cacat, rusuk dan sudutnya tidak gampang direpihkan dengan kekuatan jari tangan

2. Ukuran

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

3. Sifat fisika

Bata beton memiliki ciri fisik seperti pada **Tabel 2.3** sifat-sifat fisika bata beton.

Tabel 2.3 Sifat-sifat fisika bata beton

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

Sumber: SNI 03-0691-1996

4. Ketahanan beton terhadap natrium sulfat. Bata beton apabila diuji dengan cara seperti pada butir
5. Harus dalam kondisi baik, tidak cacat, dan tidak kehilangan berat maks 1%.

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis-jenis paving block yang sudah di modifikasi berdasarkan fungsi dan kegunaannya yang banyak dijumpai di masyarakat

a. Paving daur ulang limbah plastik



Gambar 2.1 Paving limbah plastik

Kelebihan dari paving limbah plastik adalah :

1. Ramah lingkungan
2. Memfaatkan sampah disekitar agar bisa didaur ulang
3. Untuk biaya pembuatan lebih murah dibandingkan paving biasa
4. Lebih kuat

Kelemahan dari limbah paving plastik adalah :

1. Daya serap air kurang sempurna
2. Proses pembuatan membutuhkan limbah plastik yang banyak

b. Paving daur ulang kulit kerang



Gambar 2.2 Paving dengan hiasan kulit kerang sebagai motif

Kelebihan dari limbah paving dengan hiasan kulit kerang sebagai motif adalah :

1. Ramah lingkungan
2. Bahan baku mudah untuk didapatkan
3. Memanfaatkan limbah kerang yang ada
4. Memiliki nilai estetika agar memiliki harga jual lebih

2.3 Portland Cement

Portland Cement adalah bahan bangunan berbasis hidrolisis yang terdiri dari pasir dan semen dan klinker yang telah dihaluskan (terdiri dari silika-silikat kalsium yang terkait dengan hidrolisis), dengan bahan tambahan batu gips.

2.3.1 Bahan Baku Semen dan Senyawa-Senyawa Semen

Jika semen portland dilihat secara kimia, jumlah oksida yang berkontribusi pada semen akan terlihat. Semen terbuat dari bahan atau unsur-unsur yang termasuk oksida-oksida. Unsur-unsur seperti yang tercantum pada **Tabel 2.3** berikut.

Tabel 2.3 Susunan Senyawa Portland Cement

Nama Kimia	Rumus Kimia	Notasi	Persen Berat
Trikalsium Silikat	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	55
Dikalsium Silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	18
Trikalsium aluminat	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	10
Tetrakalsium	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	8
Aluminoferit	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_3SH_2	6
Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		

Sumber: S.Mindesss, Francis Y. Dan D.Darwin, 2003

2.3.2 Sifat-Sifat Portland Cement

Portland cement mempunyai beberapa sifat, sebagai berikut:

1. Kehalusan Butir

Secara umum, semen mempunyai kehalusan kurang lebih 80%, butiran semen mampu menembus ayakan 44 mikron. Apabila butiran semen semakin halus, maka akan semakin cepat persenyawaannya. Terdapat beberapa cara yang digunakan untuk menentukan halusnya butiran semen, yang paling sederhana adalah melakukan pengayakan.

2. Berat Jenis dan Berat Isi

Secara umum, berat jenis bubuk semen adalah 3,10 hingga 3,30 dan rata-ratanya sebesar 3,15. Pentingnya mengetahui berat jenis semen karena Portland semen yang pembakarannya tidak sempurna. Tercampur atau tidaknya semen dengan bahan lain, berat jenisnya adalah 3,00. Oleh karena itu, apabila berat jenisnya menunjukkan angka di bawah 3,00 kemungkinan semen tersebut memiliki campuran bahan lain.

3. Waktu Pengerasan

Waktu pengerasan semen ditentukan dari pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir. Waktu pengikatan awal merupakan waktu yang krusial. Pengukuran menggunakan alat vicat.

4. Kekakuan Bentuk

Kekuatan semen menggambarkan daya rekat semen. Secara umum, untuk mengukur kekuatan daya rekat dilakukan dengan menentukan kuat lentur, kuat tekan, dan kuat Tarik terhadap campuran semen dengan pasir.

5. Kekuatan Semen

Kekuatan semen diukur menggunakan angka berat jenis 3,00 untuk mengetahui kemungkinan campuran semen tersebut tercampur dengan bahan lain atau tidak.

6. Pengerasan Awal Palsu

Awal waktu pengikatan pada Portland semen menunjukkan angka kurang dari 60 menit setelah dicampur air, akan segera mengeras. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan terdapat pengikatan awal yang disebabkan oleh campuran gips dengan semen tidak tercampur sempurna dan tidak sesuai dengan fungsi sebenarnya. Fungsi gips pada semen untuk menghambat pengerasan, tetapi kasus di atas menunjukkan bahwa gips mempercepat pengerasan. Hal tersebut terjadi karena gips pada semen telah terurai

7. Pengaruh Suhu

Pengerasan semen akan berjalan sangat lambat. Semakin tinggi suhu udara disekitarnya maka semakin cepet mengeras. Proses pengerasan semen sangat dipengaruhi oleh suhu udara disekitarnya.

2.3.3 Jenis-jenis Portland Cement

Berdasarkan pemakaiannya, portland sement terbagi menjadi lima jenis, yakni:

Jenis 1

Normal portland cement, adalah seme Portland yang digunakan untuk konstruksi beton yang tidak membutuhkan spesifikasi khusus. Seperti pembangunan urung-urung, trotoar, pasangan bata, dan lainnya.

Jenis 2

Modified portland cement yaitu Semen yang mempunyai panas hidrasi yang rendah, panas juga akan keluar lebih lama daripada jenis semen 1. Semen ini biasanya digunakan untuk bangunan tebal. Contohnya tumpuan dinding dan tanah tebal, pilar besar, dan lainnya. Semen jenis 2 juga digunakan sebagai pembangunan drainase.

Jenis 3

High-early-strength-portland-cement. Semen jenis ini merupakan semen dengan kekuatan yang besar pada waktu singkat. Dapat digunakan sebagai perbaikan bangunan beton yang acuannya segera dilepas.

Jenis 4

Low-heat portland-cement. Semen ini digunakan untuk kegiatan yang membutuhkan pans hidrasi rendah. Semen ini digunakan sebagai bangunan beton massa, contohnya bendungan dengan gravitas I yang besar.

Jenis 5

Sulfate-resisting portland cement. Semen ini digunakan pada bangunan yang terkena sulfat. Contohnya pada air atau tanah yang mempunyai kandungan alkali yang tinggi.

Menurut SNI-0013-1981, semen Portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dari klinker yang dihaluskan, terdiri atas kalsium, silikat, yang bersifat hidraulis yaitu gypsum. Ada dua jenis semen: hidraulis dan non-hidraulis. Letak perbedaannya terlihat pada kestabilan penerasan saat di air. Baik semen hidraulis maupun non-hidraulis memiliki sifat perekat. Bahan-bahan tersebut dipanggang pada suhu 1550 °C untuk mendapatkan klinker, yang kemudian dinginkan dan haluskan menjadi serbuk.

Campuran dilanjutkan dengan penambahan kadar kalsium sulfat (CaSO_4) menjadi sekitar 2 - 4% dan menggunakannya sebagai pengatur waktu.

Jenis semen yang paling umum digunakan adalah PCC (*Portland Composite Cement*). Semen ini adalah semen yang bahan pengikat hidrolisnya dihasilkan dari penggilingan terak semen serta gips, dan bahan organik. Bahan organik tersebut antara lain pozzolan, dan batu kapur dengan kadar total berkisar antara 6% hingga 35%, dan senyawa silika.

2.4 Air

Air merupakan bahan yang penting dalam pembuatan *paving block* yang dapat menyebabkan adanya reaksi kimia dengan semen yang terjadi. Pada dasarnya air yang layak diminum, dapat dipakai untuk campuran *paving block*. Akan tetapi dalam pelaksanaannya banyak air yang tidak layak untuk diminum namun dipakai untuk campuran *paving block*. Apabila terjadi keraguan akan kualitas air untuk campuran *paving block* sebaiknya dilakukan pengujian kualitas air dengan diadakan *trial mix* untuk campuran dengan menggunakan air tersebut. Berikut ini merupakan beberapa persyaratan air yang layak untuk digunakan:

- Air bersih
- Tidak ada kandungan minyak, lumpur, maupun benda-benda merusak lainnya
- Tidak mempunyai kandungan benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lt
- Tidak memiliki kandungan garam larut yang dapat merusak paving block lebih dari 15 gr/lt.
- Kandungan khlorida (Cl) tidak melebihi 500 ppm dan senyawa sulfat tidak melebihi 1000 ppm.
- Jika kuat tekan paving block dibandingkan dengan yang berbahan air suling, maka penurunan kekuatan tekan beton dengan air tidak diperbolehkan melebihi 10%.
- Dilakukan analisa kimia untuk air yang belum diketahui nutunya
- Pada beton prategang, kecuali syarat-syarat diatas, air tidak boleh memiliki kandungan Chlorida lebih dari 50 ppm.

Air tawar merupakan air yang mempunyai kandungan garam kurang dari 0,5%. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 Tentang Kualitas Air dan Pengendalian Kualitas Pencemaran, Bab 1 Ketentuan Umum Pasal 1 menyatakan bahwa air tawar adalah semua udara yang berada di atas dan di bawah permukaan tanah Selain itu, menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air

(Bab 1, Pasal 1), butir 2 menyatakan bahwa udara adalah semua udara yang ada di atas atau di bawah permukaan bumi, termasuk udara permukaan tanah, air hujan, dan udara laut yang ada di laut. Butir 3 mendefinisikan air tanah sebagai air yang ada di permukaan tanah. Air yang mengandung kotoran akan mempengaruhi kualitas paving block yang dihasilkan. Pengaruh yang ditimbulkan antara lain lama waktu adukan dan kekuatannya serta pada saat pengerasan paving block.

2.5 Agregat

Agregat merupakan butiran mineral yang digunakan untuk pengisi campuran mortar serta beton. Agregat beton didefinisikan sebagai bahan yang digunakan untuk pengisi, digunakan bersama dengan bahan perekat yang membentuk massa keras disebut adukan beton.

2.5.1 Klasifikasi Agregat dari Besar Butirannya

Pengukuran besar-besaran berdasarkan suatu pemeriksaan yang dilakukan dengan ayakan yang ditetapkan. Butir agregat didefinisikan sebagai butir yang dapat lolos pada suatu ukuran tertentu. Agregat dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu:

1. Agregat Halus

Agregat halus merupakan agregat yang keseluruhan butirannya menembus ayakan lubang 4,8 mm. Selanjutnya, agregat halus dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis:

a. Pasir Galian

Pasir galian dihasilkan langsung dengan menggali bagian dalam tanah. Pasir tersebut secara umum mempunyai ciri-ciri bersudut, tajam, dan mempunyai pori, serta terbebas dari kandungan garam berbahaya. Tetapi, dikarenakan perolehan pasir tersebut dengan cara digali, berpotensi menyebabkan tercampurnya kotoran ataupun tanah liat yang mana penggunaannya harus dicuci dahulu.

b. Pasir Sungai

Pasir sungai didapatkan dari dasar sungai. Secara umum mempunyai ciri-ciri berbentuk bulat dan butirnya halus.

c. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai, bentuk butirannya halus dan bulat karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam maka dari itu kurang baik digunakan untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dari udara sehingga sebaiknya pasir jenis ini tidak digunakan untuk bahan bangunan.

Pasir merupakan salah satu bahan material yang memiliki bentuk butiran. Secara umum, butiran pasir mempunyai ukuran berkisar antara 0,0625 hingga 2mm. material pembentuk pasir adalah silicon dioksida. Tetapi, pada beberapa pantai tropis maupun sub tropis, pasir terbentuk dari batu kapur. Beberapa tanaman mampu tumbuh dan hidup di pasir. Pasir mempunyai rongga cukup besar serta warna yang berbeda. Pasir memiliki warna yang berbeda-beda tergantung cara pembuatannya, dan merupakan komponen penting untuk bahan bangunan saat menggunakan semen perekat (Wiyono, 2010).

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

- a. Butiran halus.
- b. Kandungan lumpur tidak melebihi 5%.
- c. Kandungan zat organik tidak lebih dari 0,5%. Beton mutu tinggi dengan modulus halus 3,0 atau lebih
- d. Gradasi yang baik dan teratur

Tabel 2.4 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
	Pasir Kasar	Pasir Agak Kasar	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

A. Syarat Pasir

pasir yang memenuhi kualifikasi antara lain:

1. Pasir dalam keadaan bersih, endapan pasir yang terlihat tidak kurang dari 70%.
2. Pasir lolos pada saringan 0,063 mm (kadar lumpur) dan tidak diperbolehkan lebih dari 5% berat pasir.
3. Pasir tidak boleh mengandung zat-zat organik karna mengurangi mutu beton saat dicampur pada dadukan.
4. Tingkat keawetan pasir yang tinggi dengan reaksi pasir terhadap alkali harus negatif pada beton.

B. Fungsi Pasir

Berikut adalah beberapa fungsi dari pasir antara lain:

1. Bahan material pasir urug
2. Sebagai material mortar
3. Material campuran pasir cor pada campuran beton bertulang

C. Jenis-jenis Pasir

Berdasarkan tingkat kualitasnya, ada beberapa jenis pasir yaitu:

1. Pasir Elod. Mempunyai ciri ciri jika dikepal dapat menggumpal dan tidak puyar. Mempunyai campuran tanah dan berwarna hitam. Kurang bagus apabila digunakan untuk bangunan. Banyak digunakan sebagai campuran beton



Gambar 2.3 Pasir Elod

Sumber: Litbang Pekerja Umum, 2018

2. Pasir Beton. Berwarna hitam dengan butiran yang cukup halus. Jika dikepal tidak menggumpal dan puyar kembali. Digunakan untuk pengecoran.



Gambar 2.4 Pasir Beton

Sumber: Litbang Pekerja Umum, 2018

3. Pasir merah, disebut juga pasir Jebrod. Diambil di daerah Jebrod Cianjur. Digunakan sebagai bahan cor. Mempunyai ciri yang kasar, serta batuananya lebih keras.



Gambar 2.5 Pasir Merah

Sumber: Litbang Pekerja Umum, 2018

4. Pasir Sungai. Dihasilkan dari gigisan batuan yang tajam dan keras. Butirannya berkisar antara 0,063 mm sampai 5 mm. baik digunakan sebagai pekerjaan pasangan dan bahan campuran.



Gambar 2.6 Pasir Sungai

Sumber: Litbang PU, 2018

5. Pasir Pasang. Lebih halus daripada pasir beton, Jika dikepal akan menggumpal. Biasanya digunakan sebagai campuran pasir beton supaya tidak terlalu kasar, dan dipakai untuk plesteran dinding.



Gambar 2.7 Pasir Pasang

Sumber: Litbang PU, 2018

Agregat halus adalah pengisi berupa pasir. Agregasi yang lebih halus harus mencakup bahan organik, dengan partikel yang lebih kecil, lempung. Variasi ukuran setiap campuran harus memiliki nilai yang baik. Kekuatan mortar akan meningkat karena jumlah pori dalam mortar berkurang. Semakin tinggi angka pori dalam agregat akan menyebabkan peningkatan tinggi angka pori dalam mortar, menyebabkan turunnya kekuatan mortar (Mulyono, 2004).

D. Parameter Pemeriksaan Agregat Halus

(SNI 03-2461-1991/2002; SII.0052.80; ASTM C-33)

1. Kadar Lumpur
2. Kandungan Bahan Organik
3. Modulus halus (*Finesess Modulus*)
 = 1,5 – 3,8 (ASTM C-33 : 2,3 – 3,1)
 Variasi modulus halus agregat halus yang digunakan dalam satu campuran perencanaan beton (desain mix) tidak boleh lebih dari 7% (ASTM C-33=0,2)
4. Kekalan (Soundness)
5. Indeks kekerasan
 = 2,2 (standar pasir kuarsa Bangka)
6. Penyerapan air (Water Absorption)
 = maks 2% [BS maks 3%; ASTM maks 2,3%]
7. Hilang pijar (Loss on Ignition)
 = maks 5%
8. Reaktifitas alkali (AAR = Alkali Aggregate Reaction)
 - a. Reaktifitas alkali-silika (ASR = Alkali Silica Reaction)
 = negatif [untuk beton yang berhubungan dengan air atau kelembaban]
 - b. Reaktifitas alkali-karbon (ACR = Alkali Carbon Reaction)
 = negatif [untuk beton yang berhubungan dengan air atau kelembaban]

2. Agregat Kasar / Batu

Agregat kasar adalah agregat butir-butir tertinggal di atas ayakan dengan lubang 4,8 mm tetapi ayakan 40 mm. Cara yang paling banyak dilakukan untuk membedakan jenis agregat adalah dengan didasarkan atas besar butiran-butirannya. Jadi yang umum digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus. Adapun istilah batu umumnya digunakan pada batuan yang bukan berbentuk (berfungsi sebagai agregat).



Gambar 2.8 Agregat Kasar

Agregat kasar dipersiapkan, melakukan pemisahan butiran agregat sesuai dengan ukurannya, mengayak dengan saringan. Agregat kasar tidak mempunyai pori dan merupakan butiran keras. Agregat kasar tidak boleh rentan terhadap cuaca, tidak mengandung unsur organik. Tidak pula mempunyai kandungan lumpur (agregat yang melewati ayakan dengan diameter 0,063 mm). agregat memiliki bentuk tajam sehingga membutuhkan pasta semen yang mampu mengikat dengan baik.

Tabel 2.5 Batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

Agregat kasar yang akan digunakan haruslah dikelola dengan baik guna meminimalkan terjadinya segregasi, degradasi, kontaminasi atau campuran dengan bahan lain.

2.5.2 Gradasi Agregat

Gradasi agregat merupakan distribusi ukuran dari butir agregat. Gradasi agregat digunakan untuk melakukan penentuan proporsi pada agregat halus terhadap jumlah agregat total. Gradasi agregat berpengaruh terhadap luas permukaan agregat dan jumlah air. Ukuran agregat yang seragam yang akan mempunyai volume ruang kosong yang lebih besar.

Tiga macam gradasi agregat, sebagai berikut:

- Gradasi kontinyu, ukuran butiran bervariasi mulai dari ukuran terbesar sampai ukuran terkecil.

- b. Gradasi seragam, ukuran butiran hampir sama baik pada agregat halus maupun agregat kasar.
- c. Gradasi celah, suatu gradasi satu atau lebih agregat dalam ukuran tertentu tidak ada.

Berikut adalah ayat yang berkaitan dengan kerusakan alam yang disebabkan oleh perbuatan tangan manusia, Q.S Ar-Rum ayat 41

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Keterkaitan ayat Al-Qu’an tersebut sangat bisa dilihat bahwasanya Allah SWT akan memberikan ganjaran bagi umatnya yang membuat kerusakan di muka bumi. Allah sangat tidak menyukai perbuatan merusak terutama merusak lingkungan yang akan merugikan banyak umat lainnya juga.

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan campuran pembuatan paving block ramah lingkungan. Berikut adalah ringkasan dari penelitian terdahulu yang ditunjukkan pada Tabel 2.6

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Dwi, hanif prayogo. 2017. Analisa Kuat Tekan Paving Blok Dengan Abu Batu Sebagai Bahan Tambah	Abu batu digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan paving block untuk menganalisa nilai kuat tekan yang akan dihasilkan nantinya. Diharapkan paving block dengan campuran abu batu memiliki kualitas yang lebih baik, tahan lama dan juga lebih ekonomis untuk masyarakat.
2.	Handayasari, Indah dkk. 2017. Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Botol Plastik Kemasan Air Mineral Dan	Penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit kerang hijau sebagai pengganti pasir dan semen pada paving block dan limbah botol plastic. Variasi optimus yaitu 10% limbah botol plastic dan 10% limbah kulit kerang. Dihasilkan kuat

	Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran Paving Block	tekan sebesar 12,8 Mpa serta presentase penyerapan air sebesar 1,94%. Memberikan hasil yang bagus, yaitu terjadi peningkatan pada nilai kuat teka paving block, dapat dijadikan sebagai alternative bahan konstruksi ramah lingkungan
3.	Jusli, Euinza et all. 2014. Double Layer Concrete Paving Blocks Using Waste Tyre Rubber as Aggregate Replacement	Kuat tekan CPB lapisan ganda ketebalan 20 mm dan 60 mm untuk layer 1 dan layer 3. Kompresif kekuatan 10% dan 20% blok beton karet pada hari ke-28 adalah 45,31 dan 40,22 Mpa, sedangkan kuat tekan balok beton dengan 30% dan 40% butiran ban karet masing-masing adalah 34,06 dan 27,75 Mpa. Penggabungan 10% karet dalam CPB menghasilkan tingkat kekuatan tertinggi dibandingkan dengan karet 20%, 30%, dan 40%. Pengurangan kompresi kekuatan itu karena kurangnya ikatan yang tepat antara partikel karet ban bekas dan semen, oleh sebab itu tegangan yang diberikan tidak seragam dan menyebabkan keretakan pada batas semen dan partikel karet ban bekas.
4.	Rossi, cassino dos santos, et all. 2013. Use of Coal Waste as Fine Aggregates in Concrete Paving Blocks	Limbah batu bara dari wilayah Santa-Catarina Brazil dan didapatkan agregat daur ulang yang bagus dapat digunakan dalam konstruksi paving block. Limbah daur ulang batu bara sebanyak 25% dan 50% dalam substitusi pasir sungai digunakan untuk menghasilkan nilai kuat tekan. Penggunaan limbah batu bara sebagai agregat halus untuk pembuatan paving block kelayakan teknis dan manfaat untuk lingkungan.
5.	Sevtia, ayu anggraini. 2016. Preparasi Dan Karakteristik Limbah Biomaterial Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Dari Pantai Muara Gading Mas Sebagai Bahan Dasar Biokeramik	Penggunaan cangkang kerang darah sebagai bahan pembuatan biokeramik dengan menggunakan kenaikan suhu kalsinasi 500°C, 800°C, dan 1000°C. Selain itu digunakan sebagai bahan dasar alternatif pilihan untuk pembuatan biokeramik. Cangkang kerang yang digunakan (<i>Anadara granosa</i>) mudah ditemukan oleh masyarakat di sekitar pantai Muara Gading Mas yang selama ini tidak dimanfaatkan dengan baik hanya dibuang saja dan tidak diolah sehingga hanya menjadi limbah.

6.	Ahmad Shofi, 2019. Pemanfaatan Limbah Abu Ketel (Ash Boiler) untuk Dinding Rumah Ramah Lingkungan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji kuat tekan tekan mortar yang optimal terdapat pada campuran 5% abu ketel yakni sebesar 81,50 kg/cm ² . Penyerapan air paling rendah pada variasi campuran 5% dengan hasil rata-rata perendaman selama 10,5 menit sebesar 12,36%. Sedangkan pada 24 jam sebesar 14,04% untuk biaya produksi pembuatan bata tanpa menggunakan campuran abu ketel diperoleh sebesar Rp. 6.160 dengan harga per m ² sebesar Rp.154.000. Sedangkan untuk biaya produksi yang menggunakan campuran 5% abu ketel diperoleh per m ² sebesar Rp. 150.575 dan campuran 15% sebesar Rp. 143.750. untuk kualitas bata termasuk pada mutu Tingkat II bata beton pejal.
7.	Subekti, Srie dkk. 2008. Pemanfaatan Sludge Fly Ash Untuk Pembuatan Paving Block	Sludge fly ash dapat digunakan untuk bahan tambahan produksi paving block. Hal tersebut dibuktikan dari hasil uji kuat tekan serta uji daya serap air paving block. Sludge fly ash yang ditambahkan sebesar 20% dari jumlah pasir dengan komposisi campuran IPC : abu batu : kerikil adalah 3 : 3 : 3 menunjukkan kuat tekan tertinggi 304.07 Kg/Cm ² umur 28 hari, sehingga terklasifikasi pada mutu B menurut SNI 03-0691-1996 tentang paving block.
8.	Sun, chi poon et all. 2006. Paving Blocks Made With Recycled Concrete Aggregate And Crushed Clay Brick	Penggunaan bata tanah liat yang dihancurkan mampu mengurangi kepadatan paving block. Pada tingkat penggantian bata tanah liat yang sama hancur menggunakan <i>fly ash</i> sebagai pengganti agregat meningkatkan kuat tekan yang di hasilkan paving block. Penggunaan agregat <5 mm dalam proporsi canpuran meningkatkan kekuatan pemisahan tarik dan penyerapan air akan tetapi menguranngi kepadatan paving block.
9.	Yusrianti. 2019. Pemanfaatan Limbah Abu Ketel Dengan Variasi Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran	Pengaruh penambahan limbah abu ketel dan limbah plastik terhadap kekuatan struktur paving block cukup berpengaruh. Karna nilai kuat tekan paving block tanpa menggunakan tambahan campuran abu ketel dan limbah plastik

	Paving Block Ramah Lingkungan	memperoleh kuat tekan rata-rata diatas 350kg/cm ² . Dan penambahan abu ketel dari 3% sampai 7% masih berada di kuat tekan rata-rata diatas 350 kg/cm ² . Variasi komposisi campuran paling optimum dan nilai kuat tekan tertinggi adalah pada variasi campuran 3% dan penyerapan air paving paving block menunjukkan variasi campuran 5% dan 7% dengan hasil dibawah 2%.
10.	Zuraidah, Safrin dkk. 2017. Limbah Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton	Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cangkang kerang pada beton mempunyai penurunan pada kuat tekan secara signifikan seiring dengan ditambahkan komposisi limbah cangkang kerang. Rekomendasi terbaik penggunaan limbah cangkang kerang adalah 1,25% hingga 5% terhadap kebutuhan berat agregat kasar yang nilai kuat tekannya 16,608 Mpa hingga 19,062 Mpa. dapat dipakai untuk beton rumah tinggal.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober - November 2020. Pembuatan bahan uji dilakukan di CV Alexis Beton Tenaru driyorejo. Dan pengujian kuat tekan dan penyerapan air dilaksanakan di UPT Dinas Perumahan Rakyat Kawasan Permukiman Dan Cipta Karya Provinsi Jawa Timur bagian Laboratorium UPT pengelolaan dan pelayanan perumahan dan permukiman.

3.2 Tahap Penelitian

3.2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat yang digunakan untuk penelitian ini diantaranya:

1. Oven

Untuk mengeringkan cangkang kerang yang akan digunakan.

2. Panci

Untuk merebus cangkang kerang yang akan digunakan nantinya.

3. Sikat

Untuk membersihkan cangkang kerang dari sisa-sisa kotoran yang menempel pada cangkang.

4. Palu

Sebagai alat untuk menghancurkan cangkang kerang.

5. Baskom/wadah

Sebagai tempat mencuci cangkang kerang setelah dibersihkan dengan larutan.

6. Mesin penghancur

Alat untuk menghaluskan/menghancurkan cangkang kerang setelah di haluskan dengan palu hingga menjadi serbuk.

7. Ayakan

Untuk mengayak bubuk cangkang kerang setelah dihaluskan sebelumnya.

8. Cetakan paving block

Alat untuk mencetak adonan paving block yang sudah jadi.

9. Mesin press

Alat untuk memadatkan paving block yang ada di dalam cetakan.

10. Pallet kayu

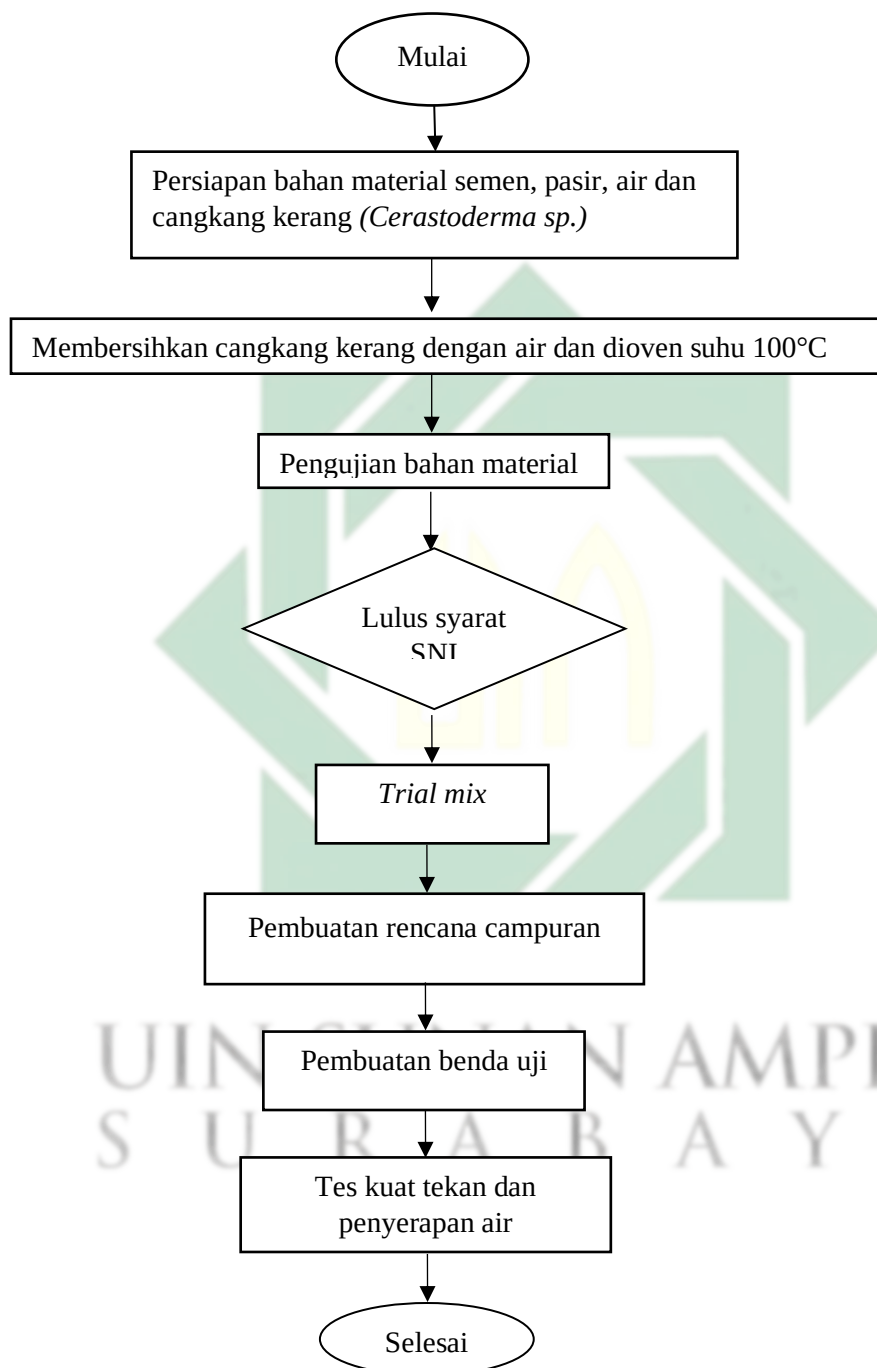
Alat untuk meletakkan hasil paving block yang sudah di press dan siap untuk di lakukan penjemuran.

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini antara lain: cangkang kerang (*Cerastoderma sp.*) yang sudah di haluskan, pasir, air, dan semen portland.

3.2.2 Pemilihan dan Prosedur Penelitian

Dalam penelitian kali ini menggunakan metode kuantitatif dan pengujian kuat tekan serta daya serap air. Pengambilan sampel cangkang kerang (*Cerastoderma sp.*) diambil dari pesisir pantai kenjeran Kecamatan Bulak Banteng, Surabaya. Selanjutnya membuat bahan uji penelitian dengan mencampurkan air, pasir, dan semen dengan perbandingan yang sudah ditentukan. Pada penelitian ini membuat 4 variasi sampel. Sampel pertama tanpa campuran cangkang kerang 0%, sampel kedua dengan penambahan 5% limbah cangkang kerang, sampel ketiga dengan penambahan 10%, dan sampel keempat sebanyak 15% dengan ukuran 6x10x10cm berbentuk balok. Berikut ini adalah diagram alirnya.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3.1 Diagram Alir

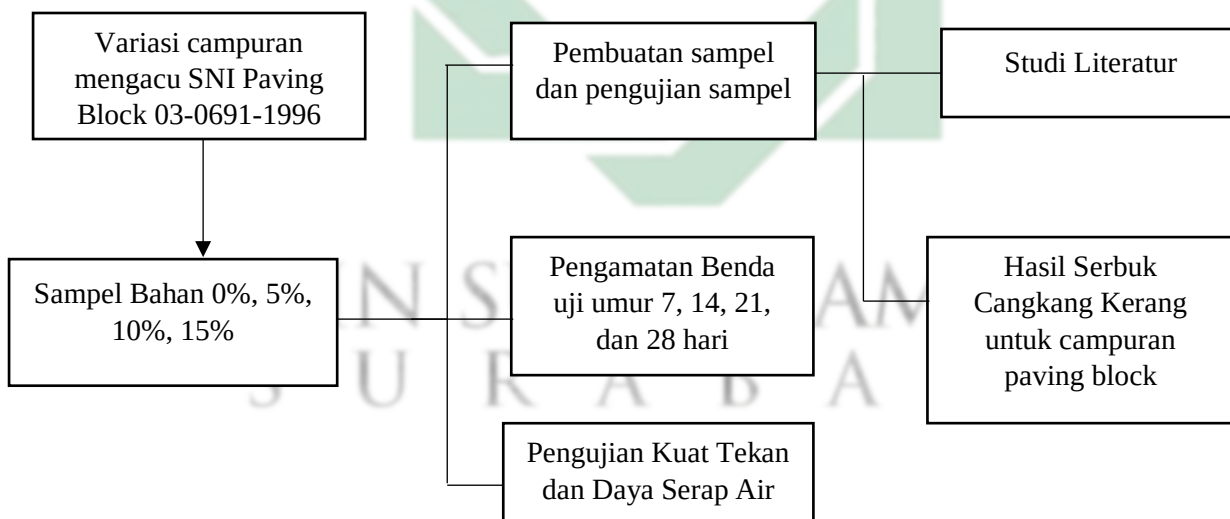
Adapun prosedur dan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membersihkan cangkang kerang dari sisa-sisa kotoran secara berulang

2. Merebus cangkang kerang selama 5 jam
3. Membersihkan bagian yang menempel pada cangkang dengan cara disikat
4. Membilas dengan air hingga bersih
5. Mengeringkan dalam oven dengan suhu 250°C selama 3 jam dan di jemur dibawah terik matahari selama kurang lebih 3 hari
6. Kemudian dihaluskan dengan palu, lalu di giling dengan mesin penggilingan untuk cangkang kerang, dan kemudian diayak menggunakan ayakan hingga menghasilkan serbuk sesuai dengan yang di inginkan.
7. Bahan siap digunakan

3.2.3 Kerangka Penelitian

Bahan material pada penelitian ini meliputi limbah cangkang kerang (*Cerastoderma sp.*), semen portland, pasir, dan air. Sebelum melakukan penelitian pemeriksaan pada bahan material terlebih dahulu dilakukan untuk memastikan bahwa bahan-bahan yang diperlukan sudah siap untuk digunakan. Dilakukan perhitungan komposisi limbah cangkang kerang, semen portland, pasir, dan air sebelum dicampur untuk setiap variasi paving block yang akan dibuat.



Gambar 3.2 Kerangka Penelitian

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi tahapan sebagai berikut:

1.) Persiapan

Meliputi penyiapan seluruh bahan material dan alat-alat laboratorium. Material yang digunakan meliputi semen potrland (cangkang kerang), agregat kasar, agregat halus, dan air.

2.) Tahap Pembuatan Benda Uji

Campuran dituangkan pada bak penampung adukan (concrete mixer) dan ditampung menggunakan wadah untuk letakkan pada alat pencetakan. Berikut merupakan prosedur membuat benda uji:

- a. Mempersiapkan semua material penyusun paving block yang telah ditimbang untuk selanjutnya dimasukkan kedalam *concrete mixer* secara berkala. Kemudian ditunggu hingga adukan tercampur rata.
- b. Paving block yang selesai dicetak diletakkan diatas papan dan dibiarkan selama satu malam sampai mengeras dan tidak terkena panas matahari secara langsung agar tidak retak.
- c. Setelah paving mengering dilakukan *curing* dengan cara merendam sampel paving didalam bak air hingga seluruh permukaan paving terendam.

3.) Pengujian Penelitian

1. Pengujian Penyerapan

Pada tahapan ini dilakukan kegiatan sebagai berikut:

1. Memasukkan benda uji dalam keadaan seutuhnya direndam dalam keadaan bersih suhu ruangan ± 24 jam.
2. Mengangkat benda uji dari air dan dibiarkan hingga tiris selama ± 1 menit.
3. Menyeka permukaan benda uji dengan kain untuk menghilangkan sisa air yang tertinggal.
4. Menimbang sampel paving block.
5. Setelah itu sampel dikeringkan dengan suhu 105°C .
6. Menimbang sampel paving block.

Pengujian daya serap air melalui persentase dari perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering berdasarkan SNI 03-0691-1996 pengujian daya serap air dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya serap air} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

Mb: massa basah benda uji (gr)

Mk: massa kering benda uji (gr)

2. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan paving block dipersiapkan untuk dilakukan kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Mengukur dimensi sampel paving block
2. Meletakkan sampel paving block pada mesin uji kuat tekan dengan arah tekanan sesuai dengan anjuran pemakaian.
3. Melakukan pembebanan hingga sampel hancur
4. Mencatat benda maksimum yang dapat ditahan oleh sampel paving block

Bahan pengikat yang digunakan adalah semen, limbah cangkang kerang digunakan untuk menggantikan semen dan agregat kasar. Variasi persentase limbah cangkang kerang pada penelitian ini 0%, 5%, 10% dan 15%. Pelepasan cetakan balok dilakukan pada 1 sampai 2 hari serta disimpan di ruangan sesuai dengan umur uji yang telah ditentukan.

Pengujian paving block dilakukan dengan menguji kuat tekan untuk mengetahui hailnya. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan paving block.

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

P: Kekuatan tekan

F: Gaya tekan maksimum (N)

A: Luas Penampang (m²)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Tahap penelitian meliputi 2 tahap, pembuatan campuran paving block dengan cangkang kerang, lalu melakukan pengujian nilai kuat tekan dan penyerapan air pada paving block di laboratorium. Untuk pembuatan bahan uji dilakukan di pabrik paving CV Alexis Beton yang terletak di Jalan Raya Tenaru Driyorejo, Gresik. Sedangkan untuk pengujian paving block dilakukan di UPT Dinas Perumahan Rakyat Kawasan Permukiman Dan Cipta Karya Provinsi Jawa Timur bagian Laboratorium UPT Pengelolaan dan Pelayanan Perumahan Permukiman yang berada di Jalan Gayung Kebonsari, Kota Surabaya.

Pembahasan ini mengacu pada pemanfaatan limbah padat cangkang kerang sebagai bahan campuran pembuatan paving block untuk mengurangi penggunaan abu batu. Penggunaan semen dan abu batu pada material bangunan struktural maupun non struktural sudah mengalami peningkatan terhadap penggunaan material bahan ini. Uji kuat tekan serta daya serap air melengkapi pembahasan terhadap masing-masing variasi campuran material yang diujikan. Simpulan dan saran akan dibahas sesuai dengan hasil pembahasan penelitian mengenai pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai campuran paving block ramah lingkungan.

4.2 Kualitas Mutu Beton

Beton merupakan suatu dari bagian konstruksi yang dibuat dengan menggunakan beberapa campuran material sehingga mutu dan kualitasnya akan sangat bergantung pada kondisi fisik material pembentuk ataupun pada saat proses pembuatannya. Untuk itu kualitas bahan dan proses pelaksanaannya yang harus dikendalikan agar dapat mencapai hasil yang optimal. Karakteristik beton mempunyai tegangan hancur yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*).

Mutu beton menjadi hal yang krusial dalam proyek konstruksi. Sebagai parameter control mutu agar didapatkan kualitas beton yang diharapkan, serta digunakan sebagai analisis

perencanaan sebuah konstruksi. Pengaplikasian material beton untuk konstruksi jalan raya khususnya perkerasan kaku (*rigid pavement*) telah banyak dilakukan. Beton yang dihasilkan tersebut harus melalui kekuatan yang sesuai yang telah ditentukan dalam perencanaan. Sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat, harus memenuhi kriteria konstruksi, kekuatan tekan dan keawetan atau durabilitas. Konsep mutu beton di Indonesia mengikuti standar Nasional Indonesia, yaitu F'_c dengan satuan Mpa. Akan tetapi, tidak jarang yang menggunakan mutu beton K yang berdasarkan pada PBI 71. Secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu:

A. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton

Kelas dan mutu beton ini, dibedakan menjadi 3 kelas antara lain:

1. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekanan tidak di isyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B_o .
2. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu standar B_1 , K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B_1 , pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak di isyaratkan pemeriksaan.

4.2.1 Mutu Beton Karakteristik

Beton K300 menunjukkan bahwa kekuatan tekan karakteristik minimal yaitu 300 kg/cm² pada 28 hari menggunakan cetakan bentuk balok berukuran 21 cm x 10 cm x 6 cm mengacu PBI 71.

Tabel 4.1 Konversi Mutu Beton K ke F'_c

Mutu Beton K (Kg/Cm ²)	Mutu F'_c (Mpa)	Mutu Beton K (Kg/Cm ²)	Mutu F'_c (Mpa)
100	8.1	550	44.8
125	10.2	575	46.8
150	12.2	600	48.9

175	14.2	625	50.9
200	16.3	650	52.9
225	18.3	675	55.0
250	20.4	700	57.0
275	22.4	725	59.0
300	24.4	750	61.1
325	26.5	775	63.1
350	28.5	800	65.1
375	30.5	825	67.2
400	32.6	850	69.2
425	34.6	875	71.2
450	36.6	900	73.3
475	38.7	925	75.3
500	40.7	950	77.4
525	42.7	975	79.4

Sumber: ilmubeton, 2017

4.3 Rencana Mix Design

Rencana *mix design* yang digunakan adalah membuat bahan uji paving block K 300. Dimana yang dimaksud paving block dengan mutu K 300 adalah paving block yang di produksi dengan standar komposisi yang sesuai dengan takaran untuk mencapai K 300. Artinya, hasil dari elemen ini akan mampu menahan tekanan mulai 300 kg/cm². Berikut adalah persyaratan mutu pada paving block sesuai dengan SNI 03-0691-1996 pada **tabel 4.2**

Tabel 4.2 Persyaratan Mutu Paving Block

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	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber: SNI 03-0691-1996

4.3.1 Komposisi Mix Design Paving Block K 300

Untuk membuat paving block dengan standart mutu K 300, perlu memperhatikan beberapa hal berikut:

1. Adukan yang sering dipakai perbandingan antara portland sement dan pasir adalah 1:3, 1:4, dan 1:5 menyesuaikan sesuai kebutuhan mutu paving block (K250, K300, K350, dan K400).
2. Bisa ditambahkan substitusi campuran seperti; abu batu (*fly ash*), kapur, dan bahan lainnya yang mampu meningkatkan mutu paving block. Pada penelitian ini substitusi atau bahan campuran yang digunakan adalah cangkang kerang yang sudah dihaluskan menjadi tepung.

4.3.2 Formula Campuran Paving Block K 300

Formula campuran ialah perbandingan jumlah komposisi yang digunakan untuk membuat paving block mutu K 300.

1. Pasir = 200 kg
2. Cangkang Kerang = 10,8 kg
3. 0,4 coral = 40 kg
4. Portland sement = 40 kg (1 sak)

Total bahan = 250,8 kg : Portland sement 40 kg (1 sak) = 6,27 kg

Menghitung Komposisi Kebutuhan Paving Block K 300

Bentuk paving block balok/persegi panjang

Panjang = 20 cm

Lebar = 10 cm

tinggi = 6 cm

Faktor air semen = 0,5

Satu buah paving block:

Volume = 1,2 L = 0,012 m³

= 2.2 kg/lt

Berat 1 paving = 1,2 x 2,2 = 2,64 kg

a. Perbandingan berat komposisi Semen : Pasir : Kerikil

Tipe A 1 : 3 : 1,5

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,48 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,44 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{1,5}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,74 \text{ kg}$$

Untuk 48 benda uji diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,48 \times 48 = 23,04 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,44 \times 48 = 69,12 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,74 \times 48 = 35,52 \text{ kg}$$

b. Perbandingan berat komposisi Semen : Pasir : Kerikil

Tipe B 1 : 3 : 2,5

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,406 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,22 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{2,5}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1 \text{ kg}$$

Untuk 48 benda uji diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,406 \times 48 = 19,488 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,22 \times 48 = 58,56 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1 \times 48 = 48 \text{ kg}$$

c. Perbandingan berat komposisi Semen : Pasir : Kerikil

Tipe C 1 : 3 : 3,5

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,352 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,056 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{3,5}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,23 \text{ kg}$$

Untuk 48 benda uji diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,352 \times 48 = 16,896 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,056 \times 48 = 50,688 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1,23 \times 48 = 59,04 \text{ kg}$$

d. Perbandingan berat untuk masing-masing komposisi Semen : Pasir : Kerikil dengan tambahan tepung cangkang kerang :

$$1: 3 : 1,5 + 5\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,48 \times 5\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$= 1,152$$

$$1: 3 : 1,5 + 10\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,48 \times 10\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$=$$

$$1: 3 : 1,5 + 15\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,48 \times 15\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$=$$

$$1: 3 : 2,5 + 5\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,406 \times 10\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$1: 3 : 2,5 + 10\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,406 \times 10\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$1: 3 : 2,5 + 15\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,406 \times 15\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$1: 3 : 3,5 + 5\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,352 \times 5\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$1: 3 : 3,5 + 10\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,352 \times 10\%) \times 48 \text{ sampel}$$

$$1: 3 : 3,5 + 15\% \text{ cangkang kerang}$$

$$+ (0,352 \times 15\%) \times 48 \text{ sampel}$$

Masing-masing 12 buah sampel untuk diujikan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.

4.3.3 Proses Pembuatan Paving Block K 300

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk balok dengan ukuran 20x10x6 cm. Proses pembuatan benda uji dilakukan dengan mesin press dengan sistem hidrolik yang dilengkapi dengan vibrator yang biasa digunakan untuk proses produksi paving block. Bersamaan saat pemadatan dilakukan penggetaran sehingga agregat dapat saling mengisi celah atau rongga yang terdapat pada cetakan. Dengan begitu diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal pada proses pembuatan benda uji dan memperkecil terjadinya *human error*. Adapun beberapa tahapan yang dilakukan pada saat pembuatan paving block K 300 yaitu:

1. Menyiapkan pasir yang sudah diayak.
2. Mencampurkan sebagian pasir yang sudah lolos ayakan dengan portland semen dan ditambahkan air secukupnya.
3. Diaduk kembali hingga rata dan siap digunakan sebagai bahan baku paving block. Pada proses ini menggunakan mesin pengaduk atau *mixer* untuk mencampur semua bahan.
4. Adukan yang sudah siap selanjutnya di arahkan dengan menggunakan mesin penggerak hidrolis otomatis pada bak pencampur yang berada di atas mesin press paving untuk di tambahkan bahan campuran (tepung cangkang kerang).
5. Pemadatan dilakukan dengan lempengan besi khusus kemudian untuk di press. Pada proses ini yang akan menentukan mutu dari paving block.
6. Paving yang baru di cetak secara otomatis keluar dari mesin press dan menempatkan lembaran papan untuk alas pada permukaan mesin press.
7. Lembaran papan akan keluar secara otomatis menggunakan *conveyor pallet* sehingga paving block yang sudah jadi keluar dari cetakan pada mesin press.



Gambar 4.2 Mesin Press Paving Block
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2020

Berikut merupakan tabel alur pelaksanaan pembuatan bahan uji (paving block) yang dilakukan pada tanggal 12 November 2020 bertempat di CV. Alexis Beton yang bertempat di Jalan Raya Tenaru, Driyorejo Gresik. Yang disajikan dalam **tabel 4.3** sebagai berikut:

Tabel 4.3 Alur Pembuatan Paving Block

No	Penjelasan	Gambar
1.	Menyiapkan cangkang kerang yang sudah dibersihkan dan dikeringkan sebelumnya, lalu dihaluskan sampai menjadi hancur hingga menjadi tepung cangkang kerang.	
2.	Setelah tepung cangkang kerang sudah halus, selanjutnya melakukan penimbangan tepung cangkang kerang sesuai dengan kebutuhan masing-masing variasi paving block yang akan dibuat. Jumlah cangkang kerang yang digunakan antara lain: 5% = 1,8 kg, 10% = 3,6 kg, 15% = 5,4 kg. Jumlah total tepung cangkang kerang yang digunakan sebanyak 10,8 kg.	
3.	Tahapan selanjutnya menyiapkan pasir, agregat kasar, <i>portland cement</i> , dan air untuk membuat adonan paving block (sebelum nantinya ditambahkan campuran cangkang kerang). Pasir yang digunakan adalah jenis pasir biasa, untuk <i>portland cement</i> yang digunakan adalah semen merah putih, dan air yang dipakai adalah air dari PDAM Driyorejo. Setelah semua tercampur lalu mesin	

	<i>mixing</i> dinyalakan hingga semua bahan tercampur menjadi satu.	
4.	Setelah semua bahan sudah tercampur selanjutnya diarahkan dengan mesin penggerak hidrolis yang langsung menuju bak pencampur yang terdapat pada bagian atas mesin press paving block. Pada saat ini ditambahkan pula tepung cangkang kerang untuk masing-masing variasi tiap 1 kali waktu press. Proses ini dilakukan sampai semua bahan habis.	
5.	Setelah semua bahan tercampur pada bak <i>mixing</i> / pencampur selanjutnya menekan beberapa tombol pada mesin press, sehingga adonan paving block turun dan memenuhi cetakan paving yg sudah ada dibagian bawah mesin press. Setelah semua adonan paving rata pada cetakan selanjutnya adalah proses pemadatan.	
6.	Pada proses pemadatan adalah proses yang paling penting dalam pembuatan paving block. Karena pada proses ini sangat menentukan kualitas paving block yang akan dihasilkan nantinya. Untuk kali ini paving block yang dibuat adalah paving block K 300 dimana yang dimaksud adalah paving	

	block dengan mutu K 300. Setelah paving block sudah keluar dari cetakan, selanjutnya di pindahkan pada palet kayu yang sudah diberi alas untuk dilakukan penjemuran dibawah terik matahari sesuai dengan umur pemeliharaan yang di inginkan.	
7.	Paving block yang sudah jadi selanjutnya dijemur dan dilakukan pemeliharaan selama kurun waktu sampai 28 hari untuk siap dilakukan pengujian kuat tekan dan penyerapan air.	  

Sumber: Kegiatan dan Dokumentasi Pribadi, 2020

4.3.4 Perawatan Benda Uji Paving Block K 300

Proses perawatan pada benda uji dilakukan dengan cara *curing*/proses pengeringan paving block baru dijemur dibawah terik matahari atau dianginkan sampai benda uji mencapai batas umur yang di inginkan.

4.4 Pengujian Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan beban maksimum yang dapat diterima oleh paving block. Pengujian kuat tekan pada paving block dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Pemberian beban dilakukan secara bertahap hingga benda uji jatuh ketika beban maksimum diberikan. Kemudian beban maksimum dicatat sebagai *massa* (m). Pengujian kuat tekan dan penyerapan air ini dilakukan dengan berbagai variasi komposisi yang digunakan yaitu 0% (tanpa menggunakan cangkang kerang), 5%, 10%, dan 15%.

Sebelumnya paving block yang berbentuk balok tersebut dipotong menjadi ukuran kubus kecil 5x5x5 cm untuk mempermudah ketika proses pengujian kuat tekan. Berikut merupakan gambaran benda uji setelah dipotong dengan berbagai variasi:



Gambar 4.3 Paving Block Sesudah Dipotong

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Uji kuat tekan paving block mengacu pada pengujian kuat tekan beton. Selain uji penyerapan air yang di ujikan, kekuatan tekan pada beban paving block juga di uji.

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* dengan memberikan beban secara bertahap hingga benda uji hancur. Durasi waktu pemadatan maksimum pada saat mencetak benda uji mampu menghasilkan nilai kuat tekan yang tinggi, namun setelah melewati batas waktu maksimum justru bisa terjadi penurunan mutu kuat tekan pada benda uji. Hal ini tentunya sangat mempengaruhi hasil uji kuat tekan pada masing-masing variasi campuran paving block.



Gambar 4.4 Pengujian Kuat Tekan

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Kuat tekan pada paving block semakin bertambah dengan bertambahnya umur pengujian, yaitu mulai paving block umur 7 hari, 14 hari, 21 hari hingga 28 hari. Portland sement yang digunakan mempertimbangkan adanya dugaan bahwa masih akan terjadi

pengerasan semen pada paving block umur 28 hari, mengingat bahan baku dari semen yang termasuk dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Pada penelitian sebelumnya kekuatan paving block umur 7 hari dan 21 hari mengalami bertambahnya kekuatan seiring dengan waktu pengerasan yang ditimbulkan oleh semen. Hal ini tentu saja membuat kualitas paving block semakin bagus dan kuat. Penggunaan merk semen juga sangat mempengaruhi hasil dari penelitian ini, hal ini dikarenakan tiap merek semen berbeda-beda penggunaannya dan disesuaikan dengan kebutuhannya.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block

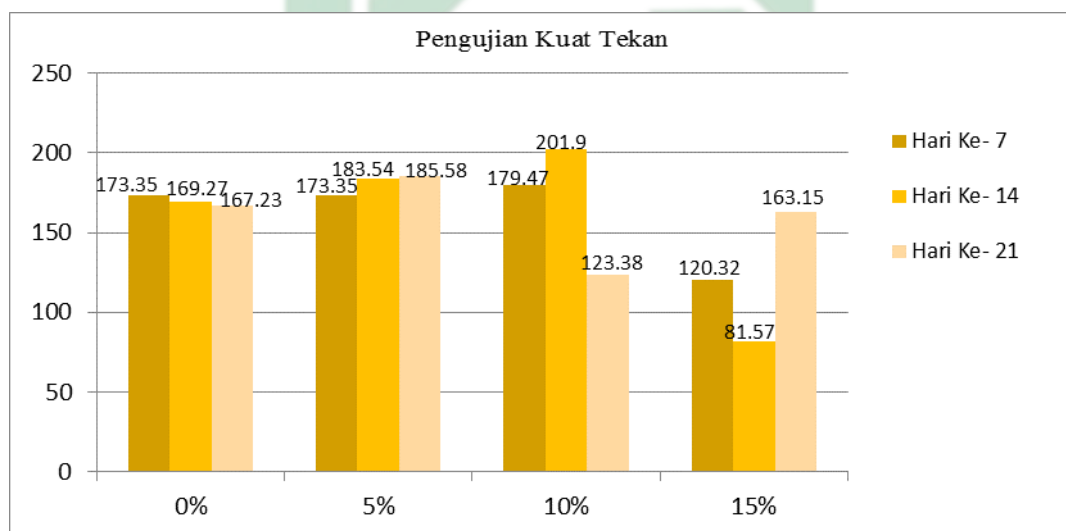
Variasi	Hari Ke-	Rata-rata Berat (gr)	Rata-rata Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata Kuat Tekan (Kg/Cm ²)
0% Tanpa Cangkang Kerang	7	424	17	173,35
	14	422	16,6	169,27
	21	320,5	16,4	167,23
	28	210	11,1	113,38
5% Cangkang Kerang	7	397,5	17	173,35
	14	398,5	18	183,54
	21	330,5	18,2	185,58
	28	229	11,2	113,42
10% Cangkang Kerang	7	397	17,6	179,47
	14	428,5	19,8	201,90
	21	313,5	12,1	123,38
	28	240	11,7	113,95
15% Cangkang Kerang	7	392,5	11,8	120,32
	14	303,2	8	81,57
	21	333	16	163,15
	28	249	11,05	112,71

Sumber: Data primer hasil pengujian di UPT Dinas Perumahan Rakyat Kawasan Permukiman Dan Cipta Karya Provinsi Jawa Timur bagian Laboratorium UPT Pengelolaan dan Pelayanan Perumahan Permukiman, 2020.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan paving block pada tabel 4.4 terjadi sedikit penurunan pada masing-masing variasi benda uji 0%, 5%, 10% dan 15%. Paving block 0% tanpa penambahan cangkang kerang memiliki nilai kuat tekan 173,35 kg/cm², Pada umur 14 hari 169,27 kg/cm² dan 167,23 kg/cm² pada umur 21 hari. Lalu paving blk dengan variasi

penambahan cangkang kerang sebanyak 5% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 173,35 kg/cm², sedangkan pada umur 14 hari sebesar 183,54 kg/cm² dan umur 21 hari sebesar 185,58 kg/cm². Penambahan cangkang kerang sebanyak 10% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 179,47 kg/cm², sedangkan pada umur 14 hari sebesar 201,90 kg/cm² dan pada umur 21 hari sebesar 123,38 kg/cm². Pada variasi penambahan cangkang kerang 15% menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 120,32 kg/cm², pada umur 14 hari memiliki rata-rata sebesar 81,57 kg/cm² dan pada umur 21 hari memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 163,15 kg/cm². Rata-rata hasil dari pengujian kuat tekan masing-masing variasi memenuhi syarat paving block mutu B yaitu untuk kegiatan peralatan parkir dengan rata-rata nilai kuat tekan minimal 170kg/cm².

Metode yang digunakan untuk pengujian kuat tekan paving block telah sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Berikut merupakan grafik hasil pengujian kuat tekan paving block.



Gambar 4.5 Grafik Pengujian Kuat Tekan

Sumber: Data primer hasil pengujian di UPT Dinas Perumahan Rakyat Kawasan Permukiman Dan Cipta Karya Provinsi Jawa Timur bagian Laboratorium UPT Pengelolaan dan Pelayanan Perumahan Permukiman, 2020.

4.5 Penyerapan Air

Daya serap air diuji dengan tujuan mengetahui kadar kemampuan paving block untuk melakukan penyerapan air selama satu hari. Perbandingan hasil ini dapat menentukan nilai daya serap paving block serta ketahannya terhadap air. Kuat tekan pada benda uji menunjukkan nilai yang tinggi apabila terdapat kerapatan pada material paving block yang diuji. Kerapatan paving sangat memengaruhi terhadap nilai resapan air. apabila densitasnya kecil, maka daya serap air akan bertambah besar. Semakin tinggi densitas paving block, ikatan setiap partikel menjadi semakin kompak, hal ini menyebabkan rongga udara pada paving block

semakin kecil. Kondisi seperti ini menyebabkan air akan sulit mengisi rongga tersebut. Nilai daya serap air pada paving block didapatkan dari hasil pengukuran massa basah dan massa kering sampel yang diukur dengan neraca *ohaus*.



Gambar 4.5 Pengovenan Benda Uji

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Apabila hasil uji basah dan uji kering telah diketahui, selanjutnya adalah menghitung daya penyerapan air menggunakan rumus SNI.03.0691.1996

$$= \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan:

Mb = Massa sampel basah (*gr*)

Mk = Massa sampel kering (*gr*)

Sebagai contoh perhitungan pada benda uji 1 dengan campuran 0% cangkang kerang dengan nilai:

Massa sampel basah = 2856 *gr*

Massa sampel kering = 2603 *gr*

$$\text{Daya serap air} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% = \frac{2856 - 2603}{2603} \times 100\% = 8,85\%$$

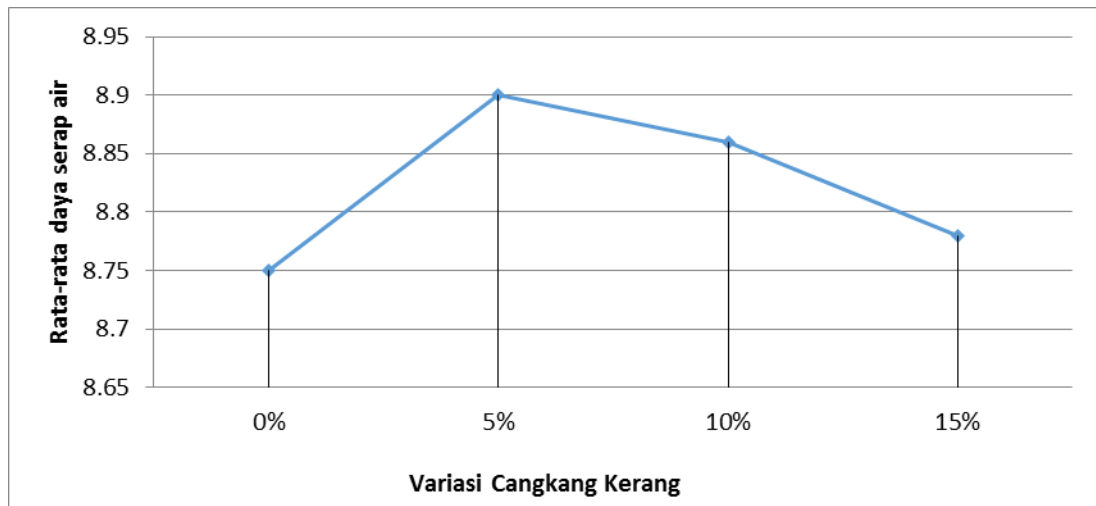
Maka untuk benda uji 1 dengan campuran 0% cangkang kerang diperoleh daya serap air sebesar 8,85 %

Tabel 4.5 Hasil Uji Resapan Air

Variasi	Umur benda Uji (Hari)	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Daya Serap Air (%)	Rata-Rata
0%	7	2856	2603	8,85	8,75
	14	3027	2764	8,68	
	21	2926	2668	8,81	
	28	3014	2750	8,75	
5%	7	2936	2681	8,68	8,90
	14	2891	2627	9,13	
	21	2954	2700	8,59	
	28	2958	2730	7,7	
10%	7	2964	2706	8,78	8,86
	14	2928	2666	8,94	
	21	2967	2710	8,66	
	28	2988	2730	8,63	
15%	7	2926	2671	8,71	8,78
	14	2912	2654	8,85	
	21	2932	2676	8,66	
	28	2960	2730	7,77	

Sumber: Data primer hasil pengujian di UPT Dinas Perumahan Rakyat Kawasan Permukiman Dan Cipta Karya Provinsi Jawa Timur bagian Laboratorium UPT Pengelolaan dan Pelayanan Perumahan Permukiman, 2020.

Tabel tersebut menjelaskan bahwa hasil serap air untuk variasi 0% tanpa penambahan cangkang kerang menghasilkan nilai rata-rata penyerapan air sebesar 8,75%. Sedangkan pada variasi cangkang kerang 5% menghasilkan nilai rata-rata penyerapan air sebesar 8,90%. Variasi 10% menghasilkan nilai penyerapan air rata-rata sebesar 8,86%. Dan pada variasi penambahan cangkang kerang 15% menghasilkan nilai rata-rata penyerapan air sebesar 8,78%.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa pembahasan tentang penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi optimum bahan campuran yang digunakan adalah limbah padat cangkang kerang yang dihaluskan menjadi serbuk. Nilai kuat tekan paving block dengan variasi 10% sebesar 201,90 kg/cm²/19,79 Mpa. Nilai uji penyerapan air paling efektif pada paving block dengan variasi 5% sebesar 8,90%.
2. Nilai kuat tekan dan penyerapan air yang dilakukan menghasilkan nilai efektif sesuai dengan hasil yang diinginkan. Nilai kuat tekan paling efektif terdapat pada sampel paving block variasi 10% pada hari ke-14 sebesar 201,90 kg/cm² . dan juga nilai penyerapan air sebesar 8,75 pada variasi 0% cangkang kerang.
3. Paving block dengan variasi penambahan 10% cangkang kerang mampu memberikan rata-rata nilai kuat tekan sebesar 201,90 kg/cm² dan nilsi rata-rata penyerapan air sebesar 8,90%.

5.2 5.2 Saran

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang sudah dipaparkan sebelumnya, dapat direkomendasikan saran sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan mencari substitusi tambahan material lain terutama dari limbah padat ataupun cair sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
2. Mengajak peran serta masyarakat serta pemerintah setempat untuk ikut andil dan juga memberikan kesadaran pada masyarakat mengenai limbah yang sangat memiliki potensi untuk di manfaatkan dan diolah kembali.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Artiyani, A. (2010). Pemanfaatan Abu Pembakaran Sampah Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Paving Block. *Jurnal Spectra*, 8 (16), 1-11.
- Badan Standar Nasional. (1989). SNI S04-1989-F tentang Persyaratan Bahan Pembentuk Beton untuk Konstruksi.
- Badan Standar Nasional. (1990). SNI 03-1970-1990 tentang Metode Pengujian. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- Badan Standar Nasional. (1990). SK SNI 03-1971-2011 tentang Cara Uji Kadar Agregat, Cara Uji Kadar Total Agregat dengan Pengeringan.
- Badan Standar Nasional. (1996). SNI-03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving Block)
- Badan Standar Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 1969:2008 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- Badan Standar Nasional. (2014). SNI 2816-2014 tentang Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton
- Nataraja, M.C. dan Lelin, D. (2014). Study on Strength Properties of Paver Blocks Made from Unconventional Materials. *Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR)*. e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, 1-5.
- Shofi, ahmad. (2019). Pemanfaatan Limbah Abu Ketel (Ash Boiler) untuk Dinding Rumah Ramah Lingkungan.
- Yusrianti, M.T. (2019). Pemanfaatan Limbah Abu Ketel dengan Variasi Limbah Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Paving Block Ramah Lingkungan.

Wintoko, B. (2012). Sukses Wirausaha Batako dan Paving Block, Pustaka Baru Press. Pekanbaru.

