

TUGAS AKHIR_FAJRI AGUS NUGROHO_20110030_CEK PLAGIASI.pdf

by Mirzaimani17@gmail.com 1

Submission date: 12-Apr-2024 11:12PM (UTC-0700)

Submission ID: 2348331469

File name: TUGAS_AKHIR_FAJRI_AGUS_NUGROHO_20110030_CEK_PLAGIASI.pdf (1.63M)

Word count: 11537

Character count: 61549

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paving block merupakan suatu komponen bahan bangunan yang terbuat dari bahan campuran semen, agregat dan air dengan atau tanpa tambahan lainnya. Paving block juga salah satu jenis material untuk lapis permukaan tanah yang banyak digunakan untuk trotoar, area taman, jalan lingkungan, lahan parkir. Banyaknya minat dari masyarakat menggunakan paving block karena memiliki kelebihan dan keunggulan baik dari segi kekuatan, pelaksanaan pemasangan, bahan yang mudah didapat, serta kemudahan dalam pembuatan paving block tersebut dan menjadikan salah satu alasan banyak digunakan dalam proyek konstruksi (Harijanto, 2015). Meningkatnya minat masyarakat paving block ini menyebabkan peningkatan kebutuhan material dalam pembuatan paving block, yaitu semen. Penggunaan semen yang terus meningkat menjadi ketergantungan yang dapat mengurangi bahan baku konvensional (SIG, 2021) dan menyebabkan emisi karbon dioksida yang tinggi sehingga mengakibatkan pemanasan global (Cakir, O., & Akoz, F., 2008). Untuk itu perlu dicari alternatif bahan campuran lainnya tanpa mengurangi mutu dan dapat menjaga keberlanjutan penggunaan sumber daya alam sebagai bahan baku semen.

Salah satu pertimbangan dalam mengurangi penggunaan sebagian semen menjadi ide pemanfaatan limbah cangkang kerang darah untuk digunakan sebagai variasi sebagian semen pada campuran pembuatan paving block, dan menghasilkan produk yang ramah lingkungan. Pertimbangan lain adalah karena cangkang kerang darah memiliki kandungan senyawa kimia yaitu Kalsium (Ca) 81,55%, Silika (Si) 4,3% (Ghozali, 2018) yang sejenis dengan semen yaitu CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 memungkinkan paving block dengan campuran cangkang kerang darah dapat menghasilkan kekuatan yang sama dengan paving block normal. Senyawa kimia yang terkandung pada cangkang kerang menyerupai unsur yang terkandung pada bahan semen seperti ditampilkan pada Tabel 1.1. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian limbah cangkang kerang darah sebagai bahan campuran dengan semen dalam pembuatan paving block. Dari Tabel 1.1 terlihat cangkang kerang mengandung Ca 81,55%. Hipotesa penelitian memungkinkan akan dapat

menghasilkan kuat tekan paving block yang memenuhi standar, karena sifat ca mengikat seperti material semen

Tabel 1. 1 Kandungan Senyawa Kimia Semen dan Cangkang Kerang Darah

No	Kandungan Kimia	Semen Gresik Portland Tipe 1 (%)	Cangkang Kerang Darah (%)
1	Si	23,13	4,3
2	Ca	58,66	81,55
3	Fe	4,62	6,45
4	Al	8,76	1,5

Sumber : Ghozali, 2018



Gambar 1. 1 Limbah cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo. Dari hasil informasi penduduk setempat limbah cangkang kerang yang berada di Desa Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo . Dalam setiap minggu tumpukan pengepul limbah cangkang kerang mencapai 6 ton. Limbah ini didapatkan dari industri pengelola kerang seperti pada Gambar 1.1 dan 1.2. Kerang segar hasil tangkapan nelayan hanya dimanfaatkan dagingnya saja. Sedangkan cangkangnya tidak dimanfaatkan hanya dibuang begitu saja sehingga menjadi limbah. Dengan banyaknya limbah cangkang kerang yang didapatkan dalam setiap minggu cukup besar. Salah satu upaya untuk menangani

limbah tersebut dengan menjadikan limbah cangkang kerang ⁷⁹ agar dapat bermanfaat dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.



Gambar 1.2 Tumpukan Limbah Cangkang Kerang Darah Di Desa Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo

⁴⁸ Limbah cangkang kerang selama ini kurang dimanfaatkan dengan maksimum, karena selama ini hanya digunakan sebagai hiasan dan urugan. Sedangkan banyaknya limbah cangkang kerang ini mengganggu lingkungan nelayan dan merusak keindahan lingkungan (Budiarini, 2004). ³⁵ Jika limbah cangkang kerang dibuang secara terus-menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan sehingga dapat menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan dan keselamatan hayati.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah cangkang kerang darah sebagai variasi campuran dengan semen guna ² mengetahui kekuatan optimal yang dapat dicapai oleh paving block dan mengetahui komposisi campuran antara bahan kerang darah, semen, pasir yang dapat menghasilkan paving block dengan kekuatan ²⁹ tekan optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, ada beberapa rumusan masalah pada penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh limbah cangkang kerang darah ini bisa digunakan sebagai variasi campuran dengan semen dan mengurangi limbah yang mencemari lingkungan ?
2. Berapa nilai kuat tekan optimal yang dihasilkan oleh paving block dengan campuran bahan cangkang kerang 4%, 6%, 8%, 10% sebagai variasi campuran dengan semen?
3. Berapa nilai terendah uji porositas paving block dengan menggunakan cangkang kerang 4%, 6%, 8%, 10% terhadap variasi campuran dengan semen?
4. Apakah paving block dengan campuran cangkang kerang masuk dalam klasifikasi paving block sesuai SNI 03-0691-1996?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian paving block dengan bahan cangkang kerang sebagai campuran semen adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah cangkang kerang darah ini bisa digunakan sebagai variasi campuran dengan semen dan mengurangi limbah yang mencemari lingkungan.
2. Untuk mengetahui nilai kuat tekan optimal yang dihasilkan oleh paving block dengan campuran bahan cangkang kerang sebagai variasi campuran dengan semen sebesar 4%, 6%, 8%, 10%.
3. Untuk mengetahui nilai terendah porositas paving block dengan campuran sebagian semen menggunakan cangkang kerang sebesar 4%, 6%, 8%, 10%, terhadap variasi campuran dengan semen.
4. Untuk mengetahui paving block dengan campuran cangkang kerang masuk dalam klasifikasi paving block sesuai SNI 03-0691-1996

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dengan adanya penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan limbah cangkang kerang darah sebagai bahan alternatif campuran semen dalam pembuatan paving block.
2. Dapat mengetahui perbandingan kekuatan dan efisiensi paving block dengan menggunakan limbah cangkang kerang sebagai variasi semen terhadap paving block.
3. Menciptakan inovasi pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan variasi campuran dengan semen.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mengantisipasi terjadi pembahasan di luar masalah, perlu diberi batasan masalah sebagai berikut:

1. Semen menggunakan produk semen Gresik
2. Limbah cangkang kerang darah diambil dari Desa Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo, Surabaya.
3. Pasir yang digunakan berasal dari Lumajang.
4. Penelitian ini tidak menghitung analisa biaya.
5. Uji material dan paving block dilakukan di Laboratorium Beton dan Material Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan PT Varia Usaha Beton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Paving Block

Paving block merupakan bahan bangunan sebagai lapisan perkerasan permukaan tanah yang sangat luas penggunaannya dari berbagai keperluan, mulai dari keperluan sederhana sampai keperluan yang menggunakan spesifikasi khusus. Paving block sering digunakan sebagai pengerasan permukaan jalan, baik jalan raya, bahu jalan, parkir kendaraan, maupun keperluan dekoratif pembuatan taman.

Menurut (SNI 03-0691-1996) Bata beton atau paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan hidrolis sejenisnya, air dan agregat atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton atau paving block. Bata beton atau paving block dapat berwarna seperti aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik didalam maupun diluar bangunan.

Paving block yang berkualitas bagus pasti memerlukan bahan pembuatan paving block yang bermutu baik. Khususnya pada komposisi bahan pembuatan paving block harus memenuhi standar. Sedangkan komposisi bahan pembuatan paving block secara umum memakai perbandingan semen dan pasir sebesar 1 semen : 4 pasir (ACI Committee, 1989). Proses pembuatan paving block pada umumnya menggunakan metode konvensional (manual) dan metode mekanis. Metode konvensional adalah metode yang banyak digunakan oleh masyarakat karena lebih mudah dan tidak memerlukan biaya yang tinggi. Dalam proses pembuatan paving block cara konvensional menggunakan komposisi perbandingan 1 semen : 5 pasir dilakukan menggunakan alat gablok dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan. Semakin kuat tenaga orang yang mengerjakan akan semakin padat dan kuat paving block yang dihasilkan (Home Industri Paving Block), sedangkan metode mekanis dalam pembuatan paving block dilakukan dengan hidrolis yang digunakan pabrik dengan skala industri sedang atau besar.

17

2.1.1 Syarat Mutu Paving Block

Menurut SNI 03-0691-1996, persyaratan bata beton atau paving block disebutkan sebagai berikut :

- a. Sifat tampak bata beton atau paving block harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat retak – retak atau cacat, bagian sudut maupun rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
- b. Ukuran bata beton atau paving block harus memiliki ketebalan nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8%.
- c. Paving block harus mempunyai sifat – sifat fisik seperti Tabel 2.1

Tabel 2. 2 Sifat Fisika Paving Blok

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 Bata Beton (Paving Block)

Pada paving block diklasifikasikan menjadi 4 macam berdasarkan mutunya, yaitu :

- Paving block mutu A : digunakan untuk jalan.
- Paving block mutu B : digunakan untuk peralatan parkir.
- Paving block mutu C : digunakan untuk pejalan kaki.
- Paving block mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

d. Ketahanan terhadap natrium sulfat.

9

Menurut Candra (2012), persyaratan ketebalan paving block pada umumnya sebagai berikut :

1. 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas, misalnya : sepeda motor, sepeda kayuh, pejalan kaki.
2. 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang atau berat dan padat frekuensinya, misalnya : mobil, mini bus, truk dan pick up.
3. 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat, misalnya : tronton, bus, loader.

2.1.2 Klasifikasi Paving Block

Menurut SNI 03-0691-1996, klasifikasi bata beton atau paving blok didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan dan warna sebagai berikut :

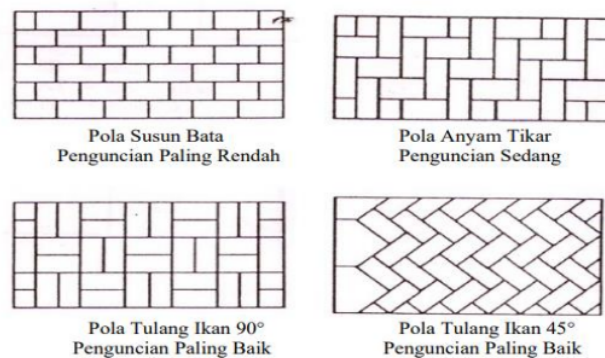
a. Klasifikasi berdasarkan model

Model paving block dibagi sebagai gambar berikut :

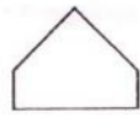


Gambar 2. 1 Model paving block

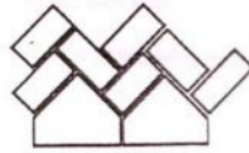
Pola pemasangan sebaiknya disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pada umumnya pola yang dipergunakan ialah susunan bata, anyaman tikar, dan tulang ikan seperti Gambar 2.2. Perkerasan jalan diutamakan menggunakan pola tulang ikan karena mempunyai kuncian yang baik. Dalam proses pemasangannya, paving block harus berpinggul dan tepi susunan paving block biasanya ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup seperti Gambar 2.3.



Gambar 2. 2 Pola pemasangan paving block



Topi Uskup



Penguncian dengan Topi Uskup

11

Gambar 2.3 Bentuk pasak topi uskup

b. **Klasifikasi berdasarkan ketebalan**

Ketebalan paving block ada tiga macam, yaitu :

1. Paving block dengan ketebalan 60 mm
2. Paving block dengan ketebalan 80 mm
3. Paving block dengan ketebalan 100 mm

Pemilihan bentuk dan ketebalan dalam pemakaian harus disesuaikan dengan rencana penggunaan dan kuat tekan paving block tersebut harus diperhatikan.

c. **Klasifikasi berdasarkan kekuatan**

Pembagian kelas paving block berdasarkan mutu betonnya adalah :

1. Paving block dengan mutu beton $f_c' 37,5$ MPa
2. Paving block dengan mutu beton $f_c' 27,0$ MPa

d. **Klasifikasi berdasarkan warna**

Warna yang tersedia di pasaran antara lain abu-abu, hitam, dan merah. Paving block yang berwarna selain menambah keindahan juga dapat digunakan untuk memberi batas pada perkerasan seperti tempat parkir, tali air, dan lain-lain.

2.1.3 Kelebihan Paving Block

40

Beberapa kelebihan dari penggunaan paving block sebagai berikut :

1. Kemudahan dalam pemasangan paving block, karena tidak memerlukan alat berat dalam pemasangan.
2. Dalam pemeliharaannya lebih mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.
3. Tahan terhadap cuaca apapun, sehingga tidak mudah rusak.
4. Memiliki daya serap air melalui celah – celah pertemuan antara paving block untuk menjaga keseimbangan air tanah.

5. Memiliki nilai estetika jika didesain dengan bentuk dan warna yang indah dan ramah lingkungan.
6. Dapat diproduksi secara mekanis, semi mekanis, dan manual.
7. Memiliki durabilitas yang baik dan nilai estetika jika didesain dengan bentuk dan warna yang indah.

2.1.4 Kekurangan Paving Block

Beberapa kekurangan dari penggunaan paving block sebagai berikut :

1. Pemasangan paving block mudah gelombang bila permukaan tanah tidak dipadatkan menggunakan alat stamper.
2. Paving block kurang baik digunakan untuk jalan raya yang dilalui oleh kendaraan berkecepatan tinggi.
3. Sering terjadi pemasangan yang kurang cocok sehingga mudah bergeser dari susunan pemasangannya sehingga menjadi renggang dan tidak rata.

2.2 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (blast furnace slag), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen Portland komposit (SNI 15-7064-2004). Semen Portland dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti, pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, pagar dinding, dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (paving block) dan sebagainya. Bahan baku Semen Portland dibentuk dari oksida-oksida utama yaitu : kapur 58,66% (CaO), Silika 27,13% (SiO₂), alumina 8,76% (Al₂O₃), Besi 4,62% (Fe) (Ghozali, 2018). Terdapat lima jenis semen Portland sebagai berikut :

Tipe 1 : Semen Portland biasa (*Ordinary Portland Cement*) merupakan jenis yang paling sering digunakan dalam konstruksi normal.

Tipe 2 : Semen Portland modifikasi (*Modifed Sulfat Resistance*) merupakan jenis semen yang dirancang untuk digunakan pada tempat dimana panas hidrasi atau penguapan harus dikontrol, misalnya dalam tempat yang lebar dan luas (bundungan, darmaga, dinding penahan

besar). Jenis ini digunakan dalam kondisi dimana dibutuhkan ketahanan terhadap serangan sulfat, misalnya dalam struktur pengairan atau jenis konstruksi yang berlangsung berhubungan dengan tanah yang mengandung sulfat cukup tinggi.

Tipe 3 : Semen Portland dengan kekuatan awal tinggi (*High Early Strength*). Jenis semen ini memberikan kekuatan lebih cepat dan lebih kuat untuk digunakan dalam semua proyek yang membutuhkan penyelesaian segera atau dapat berfungsi lebih cepat untuk menekan biaya pemeliharaan yang dibutuhkan dalam konstruksi dengan udara dingin.

Tipe 4 : Semen Portland dengan hidrasi panas rendah (*Low Heat Of Hydration*). Jenis semen ini dapat mencapai kekuatan tinggi dengan lambat dan membutuhkan pemeliharaan pengeringan lebih panjang.

Tipe 5 : Semen Portland penahan Sulfat (*Sulfat Resistance Cement*). Jenis semen yang dapat sangat kuat menahan serangan basa. Jenis ini adalah yang paling sering digunakan untuk jenis-jenis proyek yang berhubungan langsung dengan tanah dan air berkandungan sulfat tinggi (Walker, 1996).

9 2.3 Agregat Halus

Agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar letaknya antara 0,007-5 mm (SNI 03-2461-2002). Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran paving block sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat atau semen. Pasir adalah salah satu dari bahan campuran paving yang diklasifikasikan sebagai agregat halus yang lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Mutu dari agregat halus ini sangat menentukan mutu paving block yang dihasilkan. Menurut SNI 03-2461-2002 untuk menghasilkan paving block yang baik, agregat halus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Butiran agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah dan hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.
2. Butiran agregat harus tajam dan keras dengan indeks kekerasan 2.2
3. Susunan besar butir yang mempunyai modulus kehalusan antara 1,50-3,80 dengan variasi butir sesuai standart gradasi.
4. Tidak boleh memiliki kandungan lumpur lebih dari 5%

- 8
5. Kadar zat organik ditentukan dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar atau pembanding, tidak lebih tua daripada warna standar (sama).

46
2.4 Air

Air adalah salah satu bahan yang penting dalam pembuatan paving block, air diperlukan agar terjadi reaksi kimia dengan semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan dalam pekerjaan paving block. Air yang umumnya dapat digunakan untuk campuran paving adalah air yang tidak mengandung senyawa-senyawa berbahaya (Tjokrodimuljo, 1996).

19
Berdasarkan SNI 03-6861.1-2002, persyaratan air secara umum dapat digunakan untuk paving adalah

- 5
1. Air harus bersih, tidak mengandung benda terapung yang terlihat secara visual (minyak, lumpur, dan lain sebagainya).
2. Tidak mengandung benda yang tersuspensi > 2 gr/lt.
3. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organic dan sebagainya) > 15 gr/lt.
5
4. Tidak mengandung senyawa klorida > 0,5 gr/lt
5. Tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gr/lt
43
6. Penurunan kekuatan paving memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10 %

2.5 Cangkang Kerang Darah

Dari hasil penelitian (Ghozali, 2018) yang dilakukan di Desa Tambak Cemandi Sidoarjo dengan bahan cangkang kerang yang sama yakni cangkang kerang darah dapat menjadi pedoman saya sebagai acuan hasil uji XRF kandungan kimia, dikarenakan terdapat kesamaan wilayah dan bahan. Cangkang kerang yang digunakan sebagai bahan variasi sebagian semen, memiliki kandungan senyawa kimia Kalsium (Ca) 81,55%, Silika (Si) 4,3%, Aluminium (Al) 8,76%, Besi (Fe) 4,62%.

16
Kerang darah (*Anadara Granosa*) memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan banyak dikonsumsi Masyarakat. Produksi kerang darah di Indonesia dari tahun 2008 hingga 2012 mengalami kenaikan sebesar 0,04% dan kenaikan sebesar 10,71% antara tahun 2011 sampai 2012 dengan produksi tertinggi pada tahun 2008 yaitu 47,473 ton (Ditjen Pengolahan dan

Pemasaran Hasil Perikanan, 2012). Kerang darah di Pulau Jawa terpusat di perairan pesisir Jawa Timur, Jawa Tengah, Cirebon, dan Banten (Subani et al. 1989).

74

2.6 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil	Perbedaan
1.	Ulfiyati ²⁴ (2019)	Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Pada Produksi Paving Block Ramah Lingkungan	Peneliti menggunakan serbuk cangkang kerang darah di Kota Banyuwangi yang mengandung senyawa kimia CaO 51,91%, SiO ₂ 0,38%, Al ₂ O ₃ 0,65%, Fe ₂ O ₃ 0,05% sebagai variasi sebagian semen dengan persentase 0% ; 3% ; 5% ; 7% ; 10% dari berat semen pada perbandingan 1 semen : 3 pasir. ³⁷ Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggantian semen dengan kerang darah 7% dari berat semen menunjukkan paling tinggi kekuatan tekan sebesar 23.6 MPa, sedangkan kerang darah 0% memiliki kekuatan sebesar 17,29 MPa, kerang darah 3% sebesar 20,74 MPa dan kerang darah 10% sebesar 19,51 MPa. Penggantian Semen dengan cangkang kerang di atas 7% menunjukkan penurunan kuat tekan. ¹⁷	Tempat pengambilan limbah cangkang kerang di Desa Tambak cemandi Sidoarjo, Prosentase yang digunakan 0%;4%6%;8%;10%. Uji nilai kuat tekan dan porositas.
2.	Ghozali ⁴² (2018)	Pengaruh Penggunaan Abu Dasar (Bottom Ash) Pada Paving Block Dengan	Pengaruh Penggunaan Abu Dasar (Bottom Ash) Pada Paving Block Dengan Campuran Limbah Kerang Sebagai Substitusi Semen. Penelitian ini menggunakan limbah cangkang kerang darah yang diambil dari desa	Tidak menggunakan Limbah Abu Dasar (Bottom Ash). ⁷¹

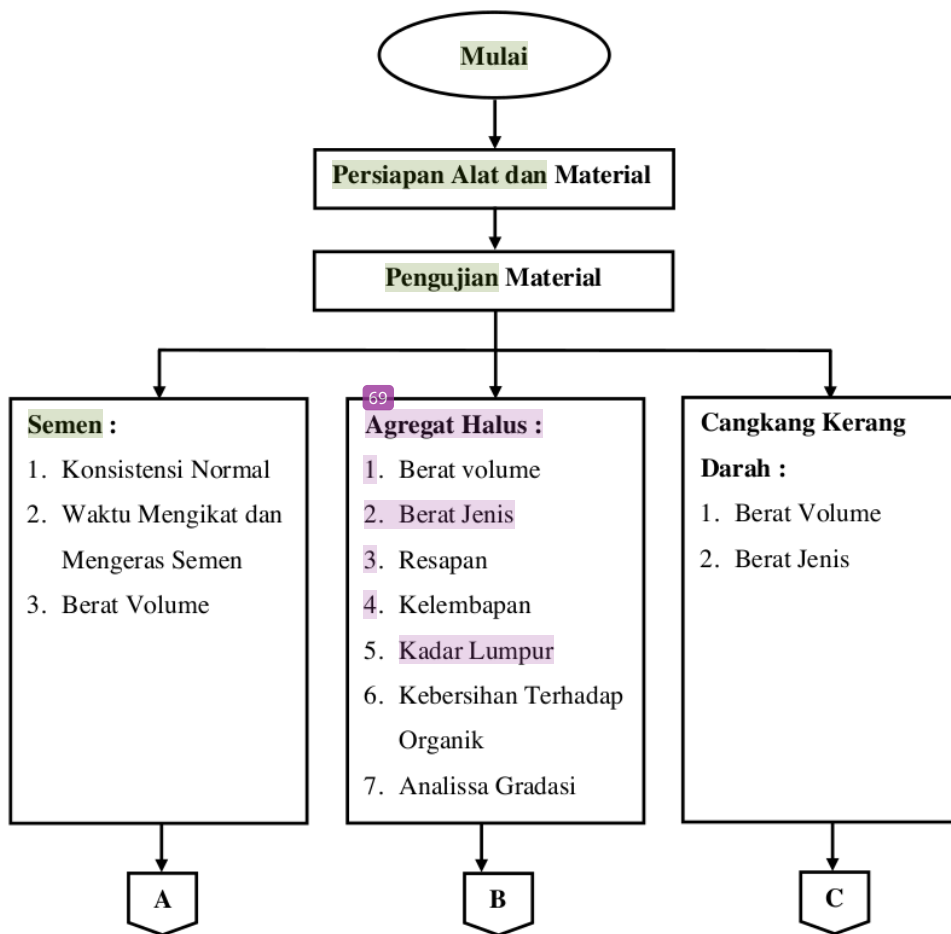
		<p>Campuran Limbah Kerang Sebagai Substitusi Semen</p>	<p>Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo. Berdasarkan uji laboratorium cangkang kerang darah ini mengandung senyawa kimia Ca 81,51%, Si 4,3%, Al 1,5%, Fe 6,45%. Penelitian ini menggunakan data senyawa kimia tersebut untuk penggunaan cangkang kerang sebagai campuran semen dalam pembuatan paving block.</p>	
3.	Prawatya (2021)	<p>Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pengganti Pasir Pada Pembuatan Paving Block</p>	<p>Menggunakan limbah cangkang kerang darah yang diambil di daerah Kenjeran Surabaya sebagai pengganti agregat halus pada paving block dengan perbandingan 1:3, 1:4, 1:5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan 100% cangkang kerang darah dengan perbandingan campuran 1:5 sebagai pengganti agregat halus pada usia 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan 25.17 MPa dan hasil pengujian porositas perbandingan cangkang kerang darah darang 1:5 didapatkan hasil 9.51%.</p>	<p>Tempat pengambilan limbah cangkang kerang di Desa Tambak cemandi Sidoarjo. Penggunaan limbah cangkang kerang sebagai variasi campuran sebagian semen.</p>
4.	Ichsan (2019)	<p>Analisa Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan</p>	<p>Penelitian menggunakan limbah cangkang kerang darah sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan persentase 0%, 10%, 20%, dan 30%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan 10% cangkang kerang darah sebagai pengganti sebagian agregat halus</p>	<p>Tempat pengambilan limbah cangkang kerang di Desa Tambak Cemandi Sidoarjo. Limbah cangkang kerang digunakan</p>

		<p>24</p> <p>Paving Block di Tinjau Dari Nilai Kuat Tekan dan Serapan Air</p>	<p>10</p> <p>diperoleh kuat tekan 12,34 MPa dengan umur 28 hari telah memenuhi standar dari SNI 03-0691-1996. Tetapi untuk resapan air hasil terbaik didapat pada variasi 30% campuran cangkang kerang menunjukkan nilai 10% yang telah memenuhi standar dari SNI 03-0691-1996 dengan umur paving block 28 hari. Hal ini menunjukkan pengaruh pencampuran limbah kulit kerang terhadap pembuatan paving block memiliki nilai yang bervariasi dikarenakan faktor pada saat merojok yang dilakukan secara manual.</p>	<p>sebagai variasi campuran semen.</p>
--	--	---	---	--

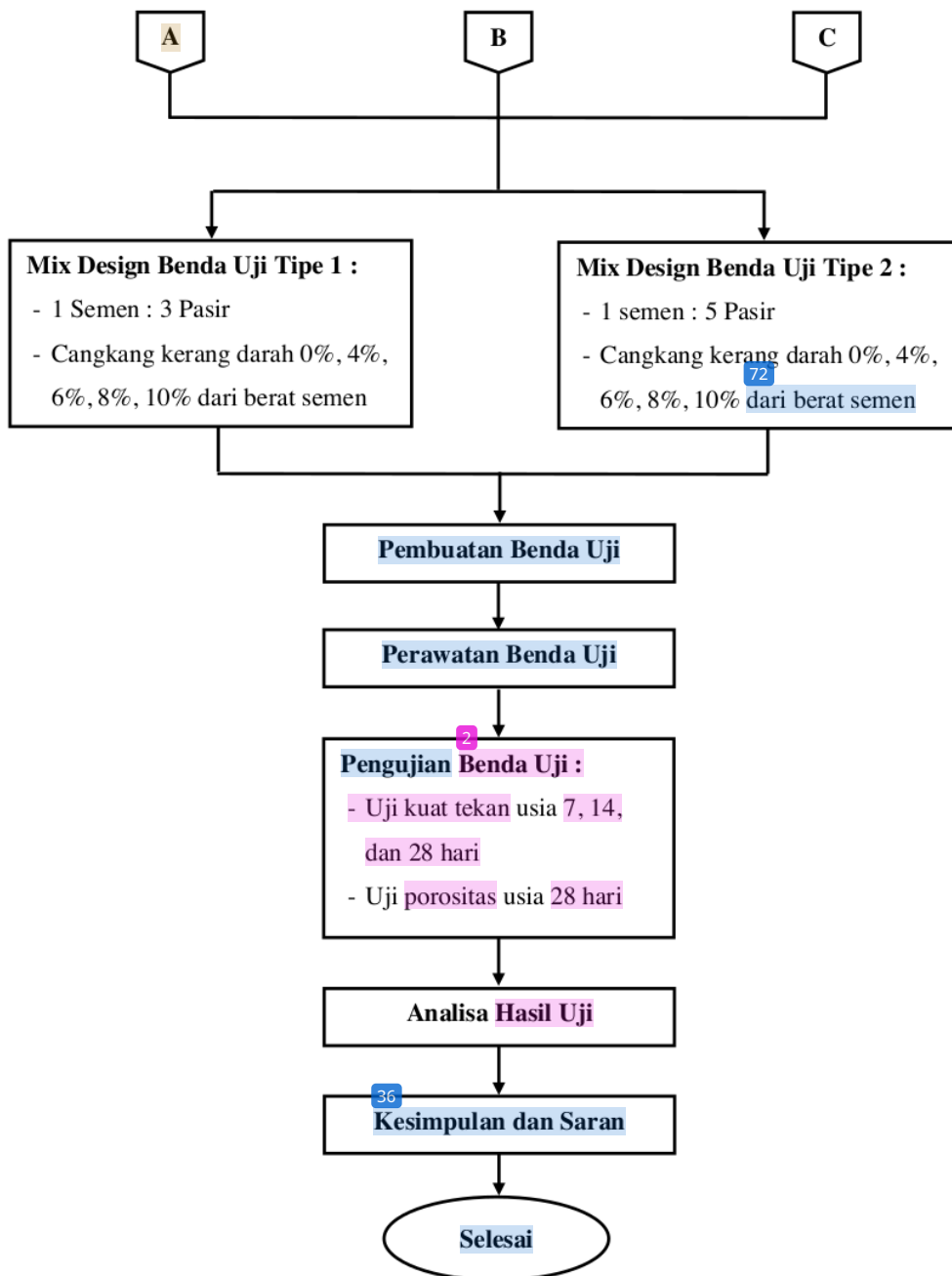
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian paving block dengan cangkang kerang sebagai variasi campuran dengan semen ditampilkan dalam bentuk diagram alir. Penyajian tahapan-tahapan penelitian digunakan untuk memudahkan dan mengetahui secara garis besar terhadap proses penelitian. Tahapan-tahapan penelitian dilakukan dengan urutan seperti diagram alir yang ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

Berdasarkan diagram alir diatas secara garis besar menjelaskan mengenai langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan yaitu:

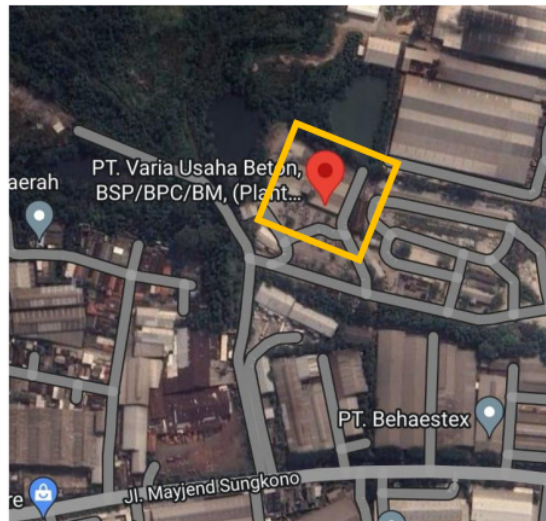
1. Pekerjaan persiapan alat dan bahan, yaitu mempersiapkan peralatan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan selama penelitian seperti cetakan pembuatan paving block, mesin hidrolik pembuatan paving block, timbangan digital, oven, satu set ayakan, piknometer, alat vicat, *compressing testing machine*.
2. Mempersiapkan material yang akan diperlukan pada saat penelitian seperti semen, agregat halus, air dan cangkang kerang darah.
3. Pengujian material yaitu melakukan pengujian material semen, agregat halus dan cangkang kerang darah untuk mengetahui kelayakan material sesuai standar peraturan.
4. *Mix design*, yaitu melakukan analisa kebutuhan bahan untuk campuran pembuatan paving block. Campuran terdiri dari 2 tipe, yaitu tipe 1 dan tipe 2.
Campuran Tipe 1 yaitu campuran 1 Semen : 3 Pasir, dan Tipe 2 campuran menggunakan 1 Semen : 5 Pasir.
5. Pembuatan benda uji, yaitu melakukan pembuatan benda uji paving block sesuai dengan *mix design*. Benda uji paving block berukuran 21,5 cm x 10,5 cm x 6 cm
6. Kemudian melakukan perawatan terhadap paving block dengan cara menyiramkan air secara merata pada paving block dengan periode 1 kali sehari selama 7 hari.
7. Pengujian benda uji dilakukan setelah proses perawatan. Pengujian kuat tekan pada benda uji umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari, dan pengujian porositas pada umur 28 hari.
8. Analisa hasil uji, yaitu melakukan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.
9. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat membuat kesimpulan dan saran.

3.1 Waktu Pelaksanaan dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang berlokasi Jl. Dukuh Kupang XXV No.54, Kota Surabaya saat melakukan pengujian sebagian material paving block (Gambar 3.2). Untuk pengujian material selanjutnya, pembuatan serta penggetesan kuat tekan paving block dilakukan di Laboratorium Beton PT Varia Usaha Beton yang berlokasi Jl. Mayjend Sungkono, Kebonpoh, Segoromadu, Kabupaten Gresik (Gambar 3.3).



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya



Gambar 3.3 Lokasi Penelitian di PT Varia Usaha Beton Gresik

3.2 ⁸⁷ Bahan Limbah Cangkang Kerang Darah

Bahan limbah cangkang kerang digunakan sebagai variasi dengan ¹semen dalam ¹pembuatan paving block. Limbah ini berasal dari industri pengolahan daging kerang yang berada di Desa ¹⁴Tambak Cemandi Sedati Sidoarjo seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Lokasi Limbah cangkang kerang di Desa Tambak Cemandi Sedati Sidoarjo

73

3.3 Persiapan Alat dan Material Penelitian

1. Peralatan

Persiapan alat yang digunakan untuk penelitian ini meliputi :

- a. Cetakan untuk pembuatan paving block.
- b. Timbangan digital yang dapat mengukur milligram sampai dengan kilogram.
- c. Oven untuk pengeringan benda uji beton.
- d. Satu set ayakan untuk pengukuran gradasi pada butiran.
- e. Piknometer untuk mengukur kepadatan dari agregat halus maupun semen.
- f. Alat vicat untuk waktu yang dibutuhkan oleh semen untuk mengikat dan mengeras.
- g. *Compressing testing machine* alat yang digunakan untuk mengetahui kuat tekan beton.

2. Material

- a. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah produk Semen Gresik.
- b. Pasir yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Lumajang.
- c. Air yang digunakan dari laboratorium beton Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan PT Varia Usaha Beton.
- d. Cangkang kerang yang digunakan pada penelitian adalah cangkang kerang yang berasal dari desa Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo, Jawa Timur.

3.4 Pengujian Semen

3.4.1 Uji Konsistensi Normal Semen

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar air normal yang digunakan untuk mengikat dan mengeringnya semen. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-6827-2002.

Bahan dan alat :

- Semen Portland
- Air
- Timbangan analitis 2500 gram
- Tempat adukan dan pengaduk
- Gelas ukur 200 cc
- Satu set alat vikat (jarum besar dan konikel)
- Solet perata
- Stopwatch
- Sarung Tangan

Langkah kerja pengujian :

1. Timbang 250 gram semen, tambahkan 70 cc air dan aduk 3 menit hingga halus membentuk pasta semen
2. Pasta semen yang telah tercampur rata, dibentuk menjadi bola dengan cara dilempar dari tangan kiri ke tangan kanan atau sebaliknya sebanyak 6 kali dengan jarak 15 cm
3. Bola pasta dimasukkan kedalam konikel dan permukaannya diratakan menggunakan solet perata
4. Lepaskan jarum vikat besar dengan diameter 10 mm, catat penurunan pada detik ke 30 setelah jarum dilepaskan
5. Pengujian diulang dengan prosentase air sedemikian rupa sehingga diperoleh konsistensi normal yaitu pada penurunan 10 mm

Perhitungan :

$$\text{Konsistensi normal semen} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{Berat semen}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

3.4.2 Uji Waktu Mengikat Dan Mengeras Semen

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar air normal yang digunakan untuk mengikat dan mengeringnya semen. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-6827-2002.

Bahan dan alat :

- Semen Portland
- Air
- Timbangan analitis 2500 gram
- Tempat adukan dan pengaduk
- Gelas ukur 200 cc
- Satu set alat vikat (jarum kecil dan konikel)
- Solet perata
- Stopwatch
- Sarung Tangan

Langkah pengujian :

1. Timbang 250 gram semen, tambahkan 70 cc air dan aduk 3 menit hingga halus membentuk pasta semen
2. Bila pasta semen telah tercampur rata, dibentuk menjadi bola dengan cara dilempar dari tangan kiri ke tangan kanan atau sebaliknya sebanyak 6 kali dengan jarak 15 cm
3. Bola pasta dimasukkan kedalam konikel dan permukaannya diratakan menggunakan solet perata
4. Jarum vikat kecil ditempelkan pada bidang muka semen tepat dibagian tengahnya. Setelah 45 menit lepaskan jarum dengan memutar pengikat E di jarum vikat tersebut dan diukur penurunannya
5. Setelah 15 menit dari penurunan pertama, jarum ditarik kembali dan dijatuhkan pada permukaan yang baru (permukaan yang belum tertusuk dan jarak penusukan minimal 3mm). Demikian seterusnya dilakukan dalam interval 15 menit sehingga jarum tidak dapat masuk lagi kedalam pasta semen
6. Waktu mengikat semen ditentukan pada waktu jarum vikat turun sebesar 25 mm. Sedangkan waktu pengerasan semen ditentukan bila jarum vikat sudah tidak dapat lagi masuk ke dalam pasta semen (turun 0 mm)

3.4.3 Uji Berat Volume Semen

Pengujian dilakukan untuk menentukan berat volume semen dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Berat volume semen adalah perbandingan antara berat semen dengan volume semen pada suhu kamar. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-4804-2014.

Bahan dan alat :

- Semen Portland
- Timbangan analitis 2500 gram
- Takaran berbentuk silinder dengan volume 5 liter
- Alat perojok dari besi berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm

Langkah pengujian :

1. Tanpa rojokan

- Timbang silinder dalam keadaan kering (A)
- Silinder diisi semen sampai batas kapasitas dan ratakan permukaannya, kemudian timbang beratnya (B)

2. Dengan rojokan

- Silinder ditimbang beratnya (A)
- Isi silinder dengan semen 1/3 bagian, kemudian rojok sebanyak 25 kali. Isi lagi 1/3 bagian silinder, rojok 25 kali, lakukan lagi dengan cara sama hingga silinder penuh
- Ratakan permukaan semen, kemudian timbang beratnya (B)

3. Perhitungan menggunakan rumus :

$$\text{Berat volume} = \frac{B-A}{V} \text{ kg/liter} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana :

- A = Berat silinder
- B = Berat silinder + semen
- V = Volume silinder

28 3.5 Pengujian Agregat Halus

3.5.1 Uji Berat Volume Agregat Halus

Pengujian dilakukan menentukan proporsi agregat yang digunakan dalam campuran. Berat volume agregat diartikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Ada 2 kondisi yaitu dengan rojokan dan tanpa rojokan. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-4804-2014.

Bahan dan alat :

- Pasir kering
- Timbangan analitis 2500 gram
- Takaran berbentuk silinder dengan volume 5 liter

- Alat perojok dari besi berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm

Langkah kerja pengujian :

3. Tanpa rojokan

- Timbang silinder dalam keadaan kering (A)
- Silinder diisi pasir sampai batas kapasitas dan ratakan permukaannya, kemudian timbang beratnya (B)

4. Dengan rojokan

- Silinder ditimbang beratnya (A)
- Isi silinder dengan pasir 1/3 bagian, kemudian rojok sebanyak 25 kali. Isi lagi 1/3 bagian silinder, rojok 25 kali, lakukan lagi dengan cara sama hingga silinder penuh
- Ratakan permukaan pasir, kemudian timbang beratnya (B)

Perhitungan :

$$\text{Berat volume} = \frac{B-A}{V} \text{ kg/liter} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

A = Berat silinder

B = Berat silinder + pasir

V = Volume silinder

3.5.2 Uji Berat Jenis Agregat Halus

Menentukan berat jenis pasir pada kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*). Nilai yang didapat dari pengujian ini diperlukan untuk menetapkan besarnya komposisi volume agregat dalam campuran beton. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-1970-1990.

Bahan dan alat :

- Pasir keadaan SSD
- Timbangan analitis 2500 gram
- Gelas ukur (labu takar) 500 cc
- Oven
- Hair dryer

Langkah kerja pengujian :

1. Timbang labu takar 500 cc
2. Timbang keadaan pasir keadaan SSD sebanyak 250 gram (A)

3. Masukkan pasir ke dalam labu takar hingga batas kapasitas dan timbang beratnya untuk mengontrol berat pasir
4. Isi air sampai penuh dan labu takar dipegang miring, diputar-putar hingga gelembung udara keluar dan timbang beratnya (B)
5. Bersihkan labu takar, isi kembali dengan air sampai batas kapasitas dan timbang beratnya (C)
6. Perhitungan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis agregat halus} = \frac{A}{A-B+C} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

A = Berat labu takar

B = Berat labu takar + Pasir

C = Berat labu takar + Air

3.5.3 Uji Air Resapan Agregat Halus

Menentukan nilai permeabilitas agregat untuk menentukan jumlah air dalam campuran beton. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-1970-1990.

Bahan dan alat :

- Pasir kondisi SSD
- Timbangan analitis 2500 gram
- Oven
- Cawan
- scope

Langkah kerja pengujian :

1. Timbang pasir dalam ko disi SSD sebanyak 500 gram
2. Masukkan ke dalam oven selama 24 jam
3. Keluarkan pasir dari oven, dinginkan kemudian timbang beratnya
4. Perhitungan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Kadar air resapan pasir SSD} = \frac{500-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

B = Berat silinder + pasir

A = Berat silinder

V = Volume silinder

3.5.4 Uji Kelembapan Agregat Halus

Kelembapan pasir merupakan salah satu syarat penting sebagai bahan pengisi beton. Dimana kelembapan pasir merupakan banyaknya kandungan air yang dimiliki oleh pasir tersebut atau dapat diketahui derajat kejenuhan pasir terhadap air. Prosedur pengujian mengacu pada ASTM C 556-71.

Bahan dan alat :

- Pasir kondisi asli
- Timbangan analitis 2500 gram
- Oven
- pan

Langkah kerja pengujian :

1. Timbang pasir kondisi asli sebanyak 500 gram (B)
2. Masukkan pasir ke dalam oven selama 24 jam dengan temperatur $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$
3. Keluarkan pasir dari oven, kemudian timbang beratnya (A)
4. Perhitungan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Kelembapan} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

- B = Berat pasir asli
- A = Berat pasir oven

3.5.5 Uji Kadar Lumpur Agregat Halus

Menentukan kadar lumpur yang terkandung dalam pasir. Prosedur pengujian mengacu pada SNI-03-1750-1990.

Bahan dan alat :

- Pasir asli 500cc
- Air
- Botol bening 350 cc
- Penggaris
- Cawan

Langkah kerja pengujian :

1. Botol diisi pasir setinggi kira-kira 6 cm
2. Tambahkan air hingga botol hampir penuh dan tutup rapat

3. Botol dikocok dan didiamkan selama 24 jam
4. Keluarkan pasir dari oven, dinginkan kemudian timbang beratnya
5. Setelah 24 jam, ukur tinggi pasir (h) dan tinggi lumpur (H) dengan mistar
6. Perhitungan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{h}{H} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

h = Tinggi pasir

H = Tinggi lumpur

3.5.6 Uji Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik

Menentukan kebersihan pasir terhadap bahan-bahan organik. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-2816-1992.

Bahan dan alat :

- Pasir asli 500cc
- Larutan NaOH 3%
- Botol bening 350 cc

Langkah kerja pengujian :

1. Botol diisi pasir sebanyak 130 cc
2. Tambahkan Larutan NaOH 3% sebanyak 200 cc kedalam botol
3. Botol dikocok selama 10 menit
4. Diamkan selama 24 jam
5. Setelah itu amati warna pada permukaan agregat halus dalam botol

3.5.7 Uji Gradasi Butiran dan Modulus Agregat Halus

Menentukan distribusi ukuran butir atau gradasi pasir dan modulus kehalusan pasir.

Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03-4428-1997.

Bahan dan alat :

- Pasir keadaan kering oven
- Timbangan analitis 2500 gram
- Oven
- Sikat baja

- Mesin ayakan
- Ayakan saringan No 4, 8, 16, 30, 50, 100, pan

Langkah kerja pengujian :

1. Timbang pasir sebanyak 1000 gram dan keringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Lalu di diamkan
2. Kemudian masukkan pasir ke dalam ayakan yang telah disusun, kemudian digetar dengan mesin ayakan selama 10 menit
3. Timbang pasir yang tertinggal pada tiap-tiap ayakan. Periksa berat pasir keseluruhan adalah 1000 gram
4. Dari hasil ayakan, dibuat grafik untuk menentukan daerah gradasi butiran pasir dan modulus kehalusan

3.6 Pengujian Cangkang Kerang Darah

3.6.1 Proses Pembersihan Cangkang Kerang

Sebelum digunakan untuk campuran paving block terlebih dahulu cangkang kerang dibersihkan agar kandungan garam dan zat organik lain yang ada pada cangkang kerang hilang. Proses pembersihan cangkang kerang sebagai berikut :

1. Cangkang kerang dicuci hingga bersih dengan air PDAM seperti Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Pencucian Cangkang Kerang Darah

2. Cangkang kerang dimasukkan kedalam ember dan diamkan selama 24 jam seperti gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Penyimpanan Cangkang kerang

3. Pisahkan cangkang kerang dari kotoran yang telah didiamkan, lalu dikeringkan dengan cara dijemur hingga kering seperti gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Penjemuran Cangkang Kerang

4. Cangkang kerang yang telah kering dan bersih digiling menggunakan penggiling batu pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Penggilingan Cangkang Kerang

5. Proses penghalusan cangkang kerang dilakukan hingga mendapatkan butiran yang menyerupai semen, yaitu lolos ayakan nomer 200

3.6.2 Uji Berat Volume Cangkang Kerang

Menentukan berat volume cangkang kerang dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Berat volume cangkang kerang adalah perbandingan antara berat cangkang kerang dengan volume cangkang kerang pada suhu kamar.

Bahan dan alat :

- Cangkang kerang
- Timbangan analitis 2500 gram
- Takaran berbentuk silinder dengan volume 5 liter
- Alat perojok dari besi berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm

Langkah kerja pengujian :

1. Tanpa rojokan

- Timbang silinder dalam keadaan kering (A).
- Silinder diisi cangkang kerang sampai batas kapasitas dan ratakan permukaannya, kemudian timbang beratnya (B).

2. Dengan rojokan

- Silinder ditimbang beratnya (A).
- Isi silinder dengan cangkang kerang 1/3 bagian, kemudian rojok sebanyak 25 kali. Isi lagi 1/3 bagian silinder, rojok 25 kali, lakukan lagi dengan cara sama hingga silinder penuh.
- Ratakan permukaan cangkang kerang, kemudian timbang beratnya (B).

Perhitungan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Berat volume} = \frac{B-A}{V} \text{ kg/liter} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

A = Berat silinder

B = Berat silinder + cangkang kerang

V = Volume silinder

3.6.3 Uji Berat Jenis Cangkang Kerang

Menentukan berat jenis cangkang kerang. Berat jenis semen perlu diketahui untuk digunakan dalam hitungan rasio campuran beton.

Bahan dan alat :

- Cangkang Kerang
- Air

- ³ Timbangan analitis 2500 gram
- Gelas ukur (labu takar) 500 cc
- corong
- ³ cawan aluminium

Langkah kerja pengujian :

1. ¹ Timbang 250 gram cangkang kerang (A)
2. Timbang labu takar 500 cc yang telah dibersihkan, masukkan cangkang kerang dengan menggunakan corong ke dalam labu takar dan beratnya ditimbang (untuk dicek)
3. Kemudian isi labu dengan air dan labu diputar-putar agar gelembung keluar, tambahkan air hingga batas labu takar, timbang beratnya (B)
4. Cangkang dan air dikeluarkan, labu takar dibersihkan
5. Isi labu takar dengan air hingga batas labu takar, lalu timbang beratnya (C)

Perhitungan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis cangkang kerang} = \frac{A}{A-(B-C)} \times 1 \text{ g/cm}^3 \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana :

- A = ⁶ Berat cangkang kerang
- B = Berat labu takar + air
- C = Berat labu takar + cangkang kerang + air
- 1 cm/m³ = Berat jenis air

3.7 Rancangan Campuran Paving Block (Mix Design)

² Pada penelitian ini campuran dalam pembuatan paving block menggunakan 2 tipe perbandingan semen dan pasir yaitu, ⁹² 1) 1 semen : 3 pasir dan 2) 1 semen : 5 pasir dengan prosentase campuran limbah cangkang kerang darah 0%, 4%, 6%, 8%, 10% dari volume semen.

- a) ⁵ Perhitungan volume paving block sebagai berikut :

$$\text{Volume benda uji (Paving block)} = 20 \times 10 \times 8 \text{ cm} = 1600 \text{ cm}^3$$

$$\text{Faktor Pencampuran} = 1,2 \times 1600 \text{ cm}^3 = 1920 \text{ cm}^3$$

- b) Perhitungan kebutuhan pasir dan semen.

- Perbandingan ² 1 semen : 3 pasir
- Kebutuhan 1 paving block = 1920 cm³

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{1}{4} \times 1920 \text{ cm}^3 = 480 \text{ cm}^3$$

$$\text{Kebutuhan pasir} = \frac{3}{4} \times 1920 \text{ cm}^3 = 1440 \text{ cm}^3$$

- Perbandingan 1 semen : 5 pasir

$$\text{Kebutuhan 1 paving block} = 1920 \text{ cm}^3$$

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{1}{6} \times 1920 \text{ cm}^3 = 320 \text{ cm}^3$$

$$\text{Kebutuhan pasir} = \frac{5}{6} \times 1920 \text{ cm}^3 = 1600 \text{ cm}^3$$

- c) Perhitungan kebutuhan cangkang kerang dengan prosentase 0%, 4%, 6%, 8%, 10% dari volume semen.

- Prosentase 0% cangkang kerang

$$1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir dengan prosentase } 0\% = \frac{0}{100} \times 480 \text{ cm}^3 = 480 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ semen} : 5 \text{ pasir dengan prosentase } 0\% = \frac{0}{100} \times 320 \text{ cm}^3 = 320 \text{ cm}^3$$

- Prosentase 4% cangkang kerang

$$1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir dengan prosentase } 4\% = \frac{4}{100} \times 480 \text{ cm}^3 = 19,20 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ semen} : 5 \text{ pasir dengan prosentase } 4\% = \frac{4}{100} \times 320 \text{ cm}^3 = 12,80 \text{ cm}^3$$

- Prosentase 6% cangkang kerang

$$1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir dengan prosentase } 6\% = \frac{6}{100} \times 480 \text{ cm}^3 = 28,80 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ semen} : 5 \text{ pasir dengan prosentase } 6\% = \frac{6}{100} \times 320 \text{ cm}^3 = 19,20 \text{ cm}^3$$

- Prosentase 8% cangkang kerang

$$1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir dengan prosentase } 8\% = \frac{8}{100} \times 480 \text{ cm}^3 = 38,40 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ semen} : 5 \text{ pasir dengan prosentase } 8\% = \frac{8}{100} \times 320 \text{ cm}^3 = 25,60 \text{ cm}^3$$

- Prosentase 10% cangkang kerang

$$1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir dengan prosentase } 10\% = \frac{10}{100} \times 480 \text{ cm}^3 = 48 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ semen} : 5 \text{ pasir dengan prosentase } 10\% = \frac{10}{100} \times 320 \text{ cm}^3 = 32 \text{ cm}^3$$

Diketahui :

a) Berat volume semen :

$$\text{Berat volume} = \frac{B-A}{V} = \frac{5120-3965}{938,99} = 1,230 \text{ gr/cm}^3$$

Dimana :

³ A = Berat silinder

B = Berat silinder + semen

V = Volume silinder

Semen perbandingan 1 semen : 3 pasir = 480 cm³

⁵ Dari hasil analisis yang dilakukan mendapatkan berapa jumlah semen yang dibutuhkan per satu paving block dalam satuan kg dengan cara sebagai berikut :

Jumlah cangkang kerang yang dibutuhkan = Berat volume Semen x Kebutuhan Semen

+ Faktor Pemadatan Mesin

$$= 1,230 \text{ gr/cm}^3 \times 480 \text{ cm}^3 + 35\%$$

$$= 797,04 \text{ gram}$$

$$= 0,797 \text{ Kg}$$

b) Berat volume Pasir :

$$\text{Berat volume} = \frac{B-A}{V} = \frac{13290-4710}{4872,13} = 1,761 \text{ gr/cm}^3$$

Dimana :

³⁴ A = Berat silinder

B = Berat silinder + pasir

V = Volume silinder

Pasir perbandingan 1 semen : 3 pasir = 1440 cm³

⁵ Dari hasil analisis yang dilakukan mendapatkan berapa jumlah pasir yang dibutuhkan per satu paving block dalam satuan kg dengan cara sebagai berikut :

Jumlah cangkang kerang yang dibutuhkan = Berat volume Pasir x Kebutuhan Pasir

+ Faktor Pemadatan Mesin

$$= 1,761 \text{ gr/cm}^3 \times 1440 \text{ cm}^3 + 35\%$$

$$= 3423,38 \text{ gram}$$

$$= 3,423 \text{ Kg}$$

c) Berat volume cangkang kerang :

$$\text{Berat volume} = \frac{B-A}{V} = \frac{5042-3965}{938,99} = 1,146 \text{ gr/cm}^3$$

Dimana :

28

A = Berat silinder

B = Berat silinder + cangkang kerang

V = Volume silinder

4% cangkang kerang perbandingan 1 semen : 3 pasir = 19,20 cm³

5

Dari hasil analisis yang dilakukan mendapatkan berapa jumlah cangkang kerang yang dibutuhkan per satu paving block dalam satuan kg dengan cara sebagai berikut :

Jumlah cangkang kerang yang dibutuhkan = Berat volume CK x Kebutuhan Cangkang

Kerang + Faktor Pemasatan Mesin

$$= 1,146 \text{ gr/cm}^3 \times 19,20 \text{ cm}^3 + 35\%$$

$$= 29,704 \text{ gram}$$

$$= 0,030 \text{ Kg}$$

5

Berdasarkan data analisis tersebut di atas, disajikan dalam bentuk Tabel 3.1 dan 3.2 mengenai komposisi campuran satu paving block sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Komposisi Campuran Untuk Satu Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir)

Prosentase campuran limbah cangkang kerang darah	Semen Cm ³	Pasir Cm ³	Cangkang Kerang Cm ³	Jumlah Semen (Kg)	Jumlah Pasir (Kg)	Jumlah Cangkang Kerang Darah (Kg)
0%	480	1440	0	0,797	3,422	0
4%	460,8	1440	19,20	0,767	3,422	0,030
6%	451,2	1440	28,80	0,752	3,422	0,045
8%	441,6	1440	38,40	0,737	3,422	0,059
10%	432	1440	48	0,722	3,422	0,074

Tabel 3. 2 Komposisi Campuran Untuk Satu Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir)

Prosentase campuran limbah cangkang kerang darah	Semen Cm ³	Pasir Cm ³	Cangkang Kerang Cm ³	Jumlah Semen (Kg)	Jumlah Pasir (Kg)	Jumlah Cangkang Kerang Darah (Kg)
0%	320	1600	0	0,531	3,804	0
4%	307,2	1600	12,80	0,509	3,804	0,022
6%	300,8	1600	19,20	0,498	3,804	0,032
8%	294,4	1600	25,60	0,487	3,804	0,043
10%	288	1600	32	0,482	3,804	0,049

Total kebutuhan keseluruhan material paving block dapat disajikan dalam bentuk ⁹⁰ ⁵ Tabel 3.3 dan 3.24 mengenai komposisi campuran paving block keseluruhan sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Komposisi Campuran Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir)

Berjumlah 60 Buah

Prosentase campuran limbah cangkang kerang darah	Semen Cm ³	Pasir Cm ³	Cangkang Kerang Cm ³	Jumlah Semen (Kg)	Jumlah Pasir (Kg)	Jumlah Cangkang Kerang Darah (Kg)
0%	28800	86400	0	35,843	154,001	0
4%	27648	86400	1152	34,506	154,001	1,337
6%	27072	86400	1728	33,838	154,001	2,005
8%	26496	86400	2304	33,170	154,001	2,673
10%	25920	86400	2880	33,501	154,001	3,341

⁵ **Tabel 3. 4** Komposisi Campuran Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir)

Berjumlah 60 Buah

Prosentase campuran limbah cangkang kerang darah	Semen Cm ³	Pasir Cm ³	Cangkang Kerang Cm ³	Jumlah Semen (Kg)	Jumlah Pasir (Kg)	Jumlah Cangkang Kerang Darah (Kg)
0%	19200	96000	0	23,875	171,194	0
4%	18432	96000	768	23,903	171,194	0,972
6%	18048	96000	1152	22,417	171,194	1,458
8%	17664	96000	1536	21,931	171,194	1,944
10%	17280	96000	1920	21,688	171,194	2,187

3.8 Prosedur Pembuatan Benda Uji Paving Block

Pekerjaan pembuatan benda uji paving block dilakukan di Laboratorium PT. Varia Usaha Beton. Prosedur pembuatan paving block sebagai berikut :

1. Pasir dimasukkan ke dalam *Batcher Plant* dan semen ke dalam *Silo* seperti yang ditampilkan pada gambar 3.9.



(a) (b)
Gambar 3. 9 (a) *Batcher Plant*, dan (b) *Silo* Semen

2. Menakar bahan semen dan pasir untuk campuran sesuai dengan perbandingan 1 semen : 3 pasir dan 1 semen : 5 pasir. Campuran benda uji paving block menggunakan campuran cangkang kerang 0%, 4%, 6%, 8%, 10% dari berat semen di dalam ruang operator (Gambar 3.10).



Gambar 3. 10 Ruang Operator

3. Benda uji dibuat untuk setiap variasi persentase cangkang kerang masing-masing 3 benda uji, seperti uraian pada Tabel 3.3 dan 3.4. Total benda uji adalah 120 buah.
4. Material yang sudah ditakar diturunkan diatas *conveyor* lalu dipindahkan ke dalam *mixer* (Gambar 3.11)



Gambar 3.11 *Conveyor dan Mixer*

5. Aduk material yang sudah dicampur, lalu tambahkan air kedalam *mixer* dan aduk kembali hingga merata selama 5 menit seperti Gambar 3.11.
6. Pindahkan material yang sudah tercampur menggunakan *Conveyor* ke dalam *Block Making Machine* seperti Gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Block Marking Machine*

7. Siapkan *pallet* dibawah *Block Moulding* seperti Gambar 3.13.



Gambar 3.13 *Pallet*

8. Turunkan campuran material pada *Block Making Machine* ke dalam *Block Moulding* yang sudah terdapat *pallet* pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 *Block Moulding* dan *Hydraulic Pressure*

9. Tekan dan getarkan menggunakan *Hydraulic Pressure*
10. Setelah paving block tercetak, kemudian paving block dipindahkan menggunakan *Stacking Machine* ke *forklift* seperti Gambar 3.15



Gambar 3.15 *Stacking Machine*

11. Pindahkan paving block yang terdapat di *forklift* ke area yang tidak terpapar oleh sinar matahari seperti terlihat pada Gambar 3.16 hingga usia pengujian.



Gambar 3.16 Penempatan Paving Block Di Area Teduh

12. Pengujian kuat tekan benda uji paving block dilakukan pada 7, 14 dan 28 hari. Pengujian porositas dilakukan pada umur 28 hari.

Kebutuhan benda uji paving block untuk penelitian ini diuraikan pada Tabel 3.5 (Tipe 1 dan Tabel 3.6 (Tipe 2).

Tabel 3.5 Jumlah Benda Uji Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir)

Benda Uji	Campuran Cangkang Kerang (%)	Jumlah Benda Uji				
		Usia Uji Kuat Tekan			Uji Porositas Usia 28 Hari	Jumlah Benda Uji (Buah)
		7 Hari	14 Hari	28 Hari		
PV 1 CK 0	0%	3	3	3	3	12
PV 1 CK 4	4%	3	3	3	3	12
PV 1 CK 6	6%	3	3	3	3	12
PV 1 CK 8	8%	3	3	3	3	12
PV 1 CK 10	10%	3	3	3	3	12
Total Jumlah Benda Uji (buah)						60

Tabel 3.6 Jumlah Benda Uji Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir)

Benda Uji	Campuran Cangkang Kerang (%)	Jumlah Benda Uji				
		Usia Uji Kuat Tekan			Uji Porositas Usia 28 Hari	Jumlah Benda Uji (Buah)
		7 Hari	14 Hari	28 Hari		
PV 2 CK 0	0%	3	3	3	3	12
PV 2 CK 4	4%	3	3	3	3	12
PV 2 CK 6	6%	3	3	3	3	12
PV 2 CK 8	8%	3	3	3	3	12
PV 2 CK 10	10%	3	3	3	3	12
Total Jumlah Benda Uji (buah)						60

3.9 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah satu hari dari pencetakan paving block. Pada umur 1 hari atau benda uji cukup keras dilakukan penyiraman secara merata dengan periode 1 kali sehari selama 28 hari, setelah disiram benda uji ditaruh ditempat yang teduh agar terjaga kelembapannya hingga mencapai umur 28 hari. Pada Gambar 3.17 hal ini dimaksudkan agar proses pengeringan dan pengerasan paving block untuk mencegah terjadinya retak-retak atau pecah pada paving block.



Gambar 3.17 Proses Curing Paving Block

3.10 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan paving block untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan paving block dianalogikan sama seperti kuat tekan silinder beton, sehingga besarnya beban yang dapat ditahan oleh silinder beton persatuan luas yang menyebabkan benda uji silinder beton hancur karena gaya yang dihasilkan oleh mesin tekan dapat diartikan sebagai nilai kuat tekan paving block. Kuat tekan mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula yang dihasilkan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan f_c' dari benda uji paving block. Nilai kuat tekan yang dihasilkan menunjukkan kekuatan paving block dalam menahan beban. Pengujian menggunakan alat *compression test* hidrolis. Benda uji diletakkan pada alat dan diberi beban tekan dari atas dan bawah. Pengujian kuat tekan dihentikan setelah dial pada alat *compression test* berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan dari benda uji tersebut sudah maksimal. Pengujian untuk kuat tekan dilakukan di Laboratorium PT. Varia Usaha Beton. Perhitungan kuat tekan dari benda uji menurut SNI 03-0691-1996 dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan benda uji (MPa)

P = Beban maksimum yang ditunjukkan dial mesin tekan (N atau kN)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

3.11 Pengujian Porositas

Uji porositas adalah pengujian untuk mengetahui pori-pori yang terdapat pada benda uji. Bila nilai prosentase pori-pori yang dihasilkan tinggi, menunjukkan bahwa paving block memiliki banyak pori dan memiliki sifat porous yaitu sangat mudah menyerap air. Hal ini akan menyebabkan mutu paving block menjadi turun. Sebaliknya bila persentase pori-pori rendah menunjukkan sedikit pori pada matriks paving block. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan prosedur mengacu pada SNI 03-0691-1996. Cara pengujian : benda uji direndam selama 24 jam, kemudian ditimbang pada saat benda uji basah. Selanjutnya dioven dan ditimbang lagi pada saat benda uji kering. Kemudian dioven lagi dan ditimbang hingga mendapatkan berat konstan. Porositas dihitung mengacu pada SNI 03-0691-1996 yaitu :

$$\text{Porositas} = \frac{A-B}{B} \times 100 \dots\dots\dots(3.11)$$

Dengan :

A = Berat paving block basah

B = Berat paving block kering

BAB IV

Hasil Dan Pembahasan

Data yang dihasilkan dari hasil uji material, kuat tekan dan resapan air dilakukan pembahasan terhadap hal-hal yang diteliti. Sebelum pencampuran bahan, terlebih dahulu dilakukan uji material terhadap bahan pasir, semen dan cangkang kerang darah.

4.1 Hasil Uji Material

Hasil uji material ditampilkan pada Tabel 4.1. Pengujian material ini dilakukan di Laboratorium PT Varia Usaha Beton. Dari syarat yang ditetapkan oleh peraturan, material memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan campuran bahan bangunan paving block. Data dan perhitungan uji material secara lengkap ditampilkan di Lampiran.

Material	Uji Material	Standar Pengujian	Standar Hasil Uji	Hasil Uji	Persyaratan
SEMEN	- Konsistensi normal Semen	SNI 03-6827-2002	22-32%	29,28%	ok
	- Konsistensi normal Semen + Cangkang kerang 4 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,48%	ok
	- Konsistensi normal - Semen + Cangkang kerang 6 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,48%	ok
	- Konsistensi normal - Semen + Cangkang kerang 8 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,48%	ok
	- Konsistensi normal - Semen + Cangkang kerang 10 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,52%	ok
	- Waktu mengikat dan mengeras semen portland a. Waktu mengikat (menit) b. Waktu mengeras (menit)	SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 150 menit	ok

Material	Uji Material	Standar Pengujian	Standar Hasil Uji	Hasil Uji	Persyaratan
SEMEN	- Semen + Cangkang 1erang 4% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	1 Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 225 menit	ok
	- Semen + Cangkang 1erang 6% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	1 Waktu mengikat 72 menit Waktu mengeras 195 menit	ok
	- Semen + Cangkang 1erang 8% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	1 Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 195 menit	ok
	- Semen + Cangkang 1erang 10% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	72 195	ok
	Berat volume semen	SNI 03-4804-2014	1.0 - 1.8 gr/cm ³	1.23	ok
PASIR	38 - Berat volume pasir	SNI 03-4804-2014	1.0 - 1.8	1.49	ok
	38 - Berat jenis pasir	SNI 03-1970-1990	< 3 gr	2,63	ok
	- Resapan Pasir	SNI 03-1970-1990	< 3%	2,4%	ok
	- Kelembapan pasir	ASTM C-556-1997	< 5%	1,2%	ok
	- Kadar lumpur pasir	SNI 03-1750-1990	Maks. 5%	1,7	ok
	81 - Kebersihan pasir terhadap bahan organik	SNI 03-2816-1992	-	Kuning Muda	ok
	- Analisa Gradasi pasir	SNI 03-4428-1997	1,5% - 3,8%	Gradasi zona 2 dan modulus kehalusan 3,36	ok

Material	Uji Material	Standar Pengujian	Standar Hasil Uji	Hasil Uji	Persyaratan
CANGKANG KERANG DARAH	Berat volume	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-4804-2002	-	1.146	ok
	- Berat jenis	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-1970-1990	-	2,3	ok

Tabel 4. 1 Hasil Uji Material

4.2 Hasil Pengujian Semen

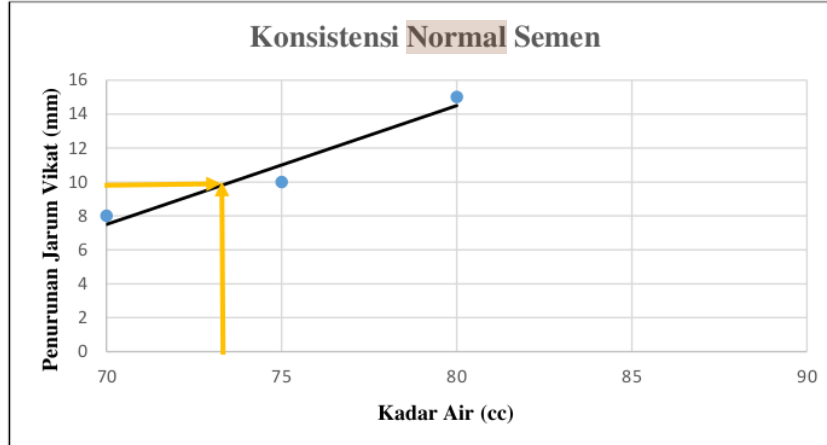
4.2.1 Pengujian Konsistensi Normal Semen

Besarnya Kadar air untuk membuat pasta semen dapat menggunakan jarum vikat tumpul pada permukaan semen. Konsistensi diperoleh tiap 30 detik penurunan jarum (mm). Pada data pengujian diharapkan dapat menentukan besarnya kadar air untuk mencapai penurunan 10 mm dapat menggunakan grafik konsistensi normal.

Tabel 4. 2 Tabel Kebutuhan Material Pada Pengujian Konsistensi Normal

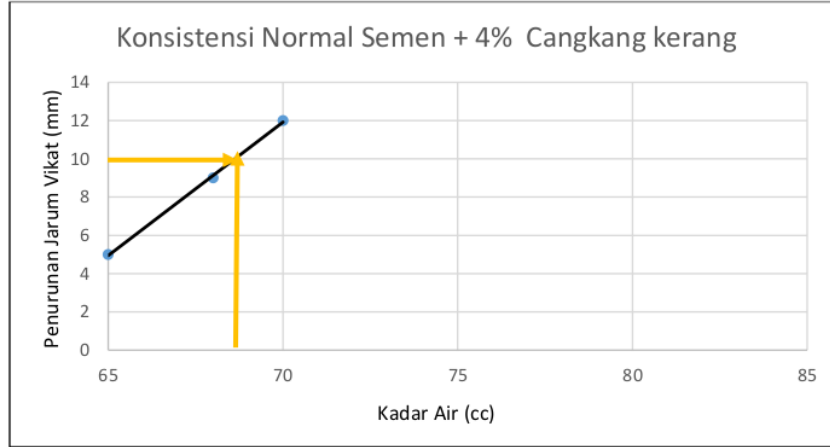
Benda Uji	Semen (gr)	Cangkang kerang (gr)
Semen	250	-
Semen + Cangkang Kerang 4%	240	10
Semen + Cangkang Kerang 6%	235	15
Semen + Cangkang Kerang 8%	230	20
Semen + Cangkang Kerang 10%	225	25

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan tiga kali hasil pengujian menentukan kadar air normal untuk memperoleh penurunan 10 mm. maka dapat disimpulkan bahwa pengujian pertama menghasilkan konsistensi sebesar 28%, pengujian kedua menghasilkan konsistensi sebesar 30% dan pengujian ketiga menghasilkan konsistensi sebesar 32%. Untuk memperoleh penurunan sebesar 10 mm memerlukan air sebanyak 73,2 cc dengan konsistensi 29,28%

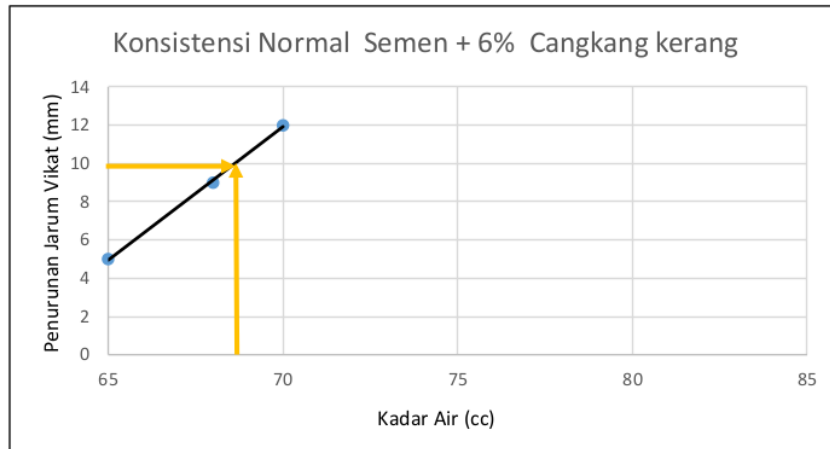


7 **Gambar 4.1** Konsistensi Normal Semen

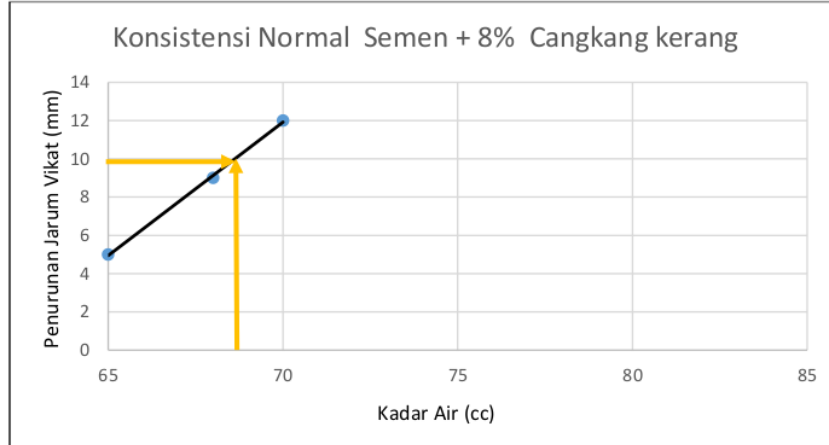
Berdasarkan Gambar 4.2 hingga 4.5 menunjukkan tiga kali hasil pengujian menentukan kadar air normal yang ditentukan dengan memperoleh penurunan jarum vikat sebesar 10 mm. Dari hasil uji konsistensi normal semen dengan campuran cangkang kerang menghasilkan konsistensi normal sebesar, 1) semen+4% cangkang kerang sebesar 27,48%, 2) semen+6% cangkang kerang sebesar 27,48%, 3) semen +8% cangkang kerang sebesar 27,48%, 3) semen +10% cangkang kerang sebesar 27,52%. Dari hasil uji Konsistensi normal semen dengan campuran cangkang kerang, dapat diketahui bahwa penambahan cangkang kerang lebih dari 8% mengalami peningkatan konsistensi normal, menunjukkan bahwa dibutuhkan penambahan air untuk mendapatkan penurunan jarum vikat sebesar 10 mm. Hal ini menjelaskan bahwa semakin tinggi presentase cangkang kerang yang digunakan pada campuran, maka akan semakin tinggi kadar air yang dibutuhkan.



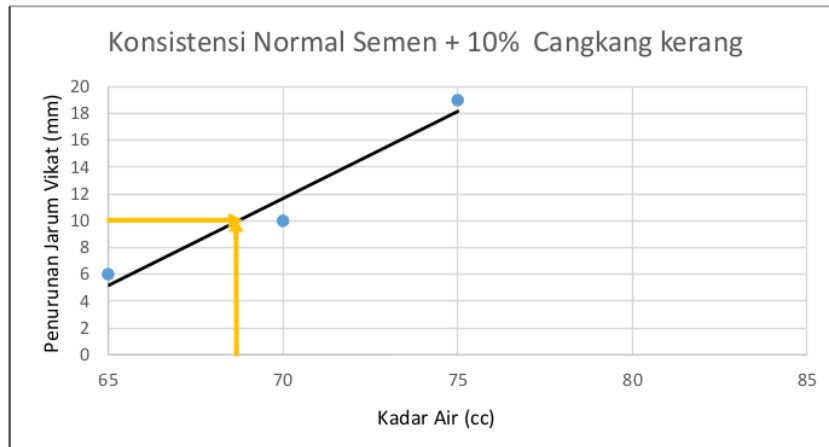
Gambar 4.2 Konsistensi Normal Semen + 4% Cangkang Kerang



Gambar 4.3 Konsistensi Normal Semen + 6% Cangkang Kerang



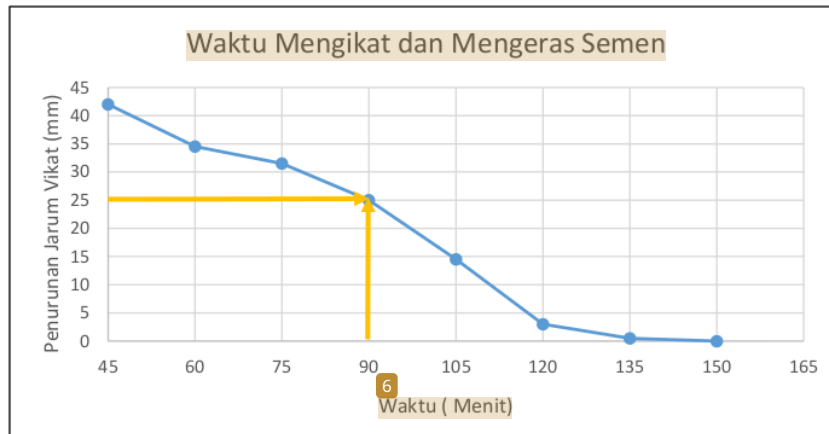
Gambar 4.4 Konsistensi Normal Semen + 8% Cangkang Kerang



Gambar 4.5 Gambar Konsistensi Normal Semen + 10% Cangkang Kerang

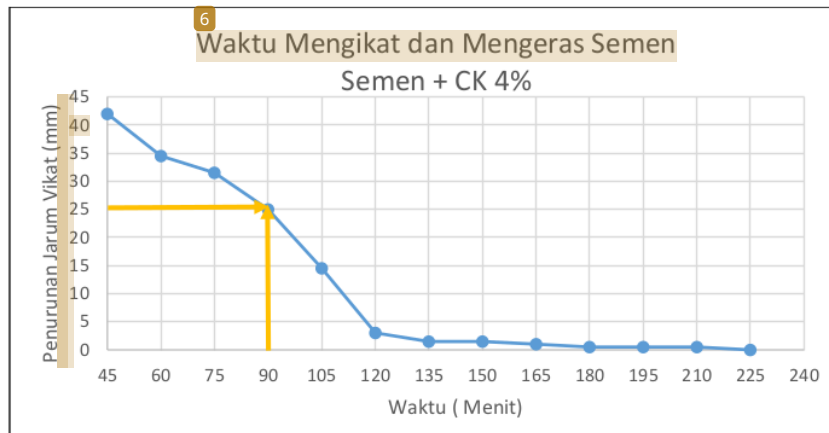
Berdasarkan hasil konsistensi normal semen tanpa campuran cangkang kerang dan menggunakan campuran cangkang kerang berdasarkan prosentase 4%, 6%, 8%, 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa kadar air untuk penggunaan campuran cangkang kerang lebih rendah kadar air dari pada campuran semen tanpa cangkang kerang.

4.2.2 Pengujian Mengikat dan Mengeras Semen

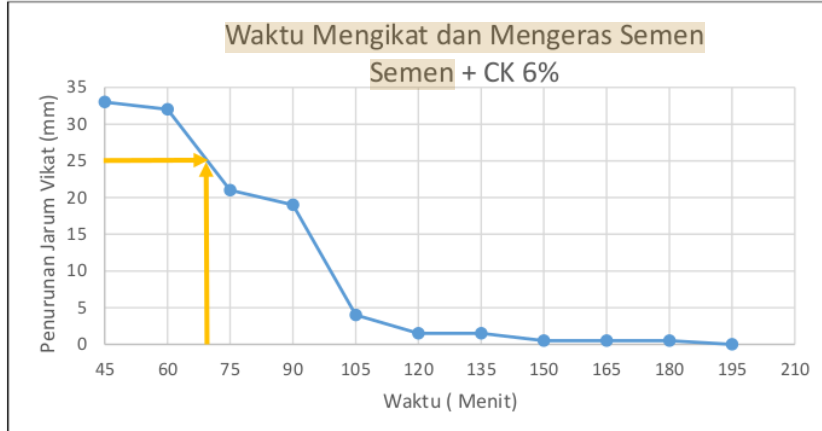


Gambar 4.6 Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

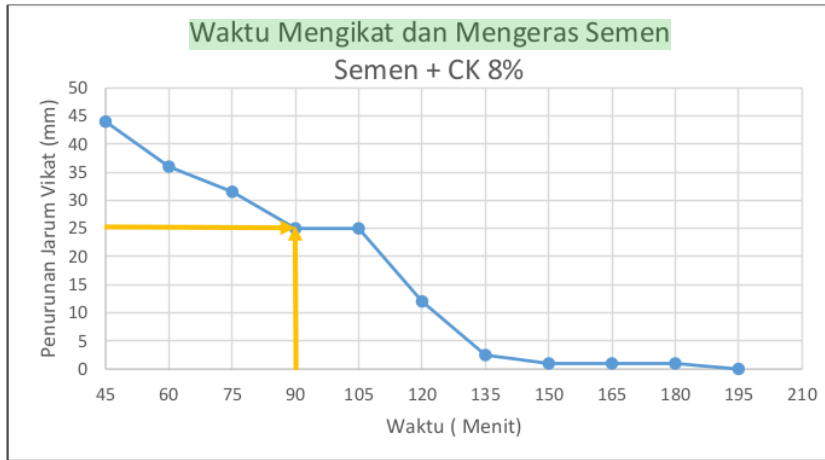
Dari hasil uji waktu mengikat dan mengeras pasta semen di ketahui bahwa semen mengikat pada menit 90 dan mengeras pada menit 150. Nilai tersebut didapat dari grafik uji waktu mengikat dan mengeras semen. Pada uji waktu mengikat dan mengeras semen menunjukan bahwa waktu yang baik melakukan pencampuran dan pengadukan semen dengan material lain dalam pembuatan paving block sebelum menit ke 150.



Gambar 4.7 Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 4%



Gambar 4.8 Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 6%



Gambar 4.9 Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 8%



Gambar 4.10 Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 10%

Dari hasil uji waktu mengikat dan mengeras pasta semen diketahui bahwa semen dengan campuran cangkang kerang, 1) semen+4% cangkang kerang dan semen+8% cangkang kerang mengalami waktu pengikatan pada menit ke-69, 2). semen+6% cangkang kerang dan semen+10% cangkang kerang mengalami waktu pengikatan pada menit ke-70. Pada waktu mengeras semen dengan campuran cangkang kerang sebesar 4% mengalami pengerasan pada menit ke-225, sedangkan campuran cangkang kerang sebesar 6%, 8% dan 10% mengalami pengerasan pada menit ke-195.

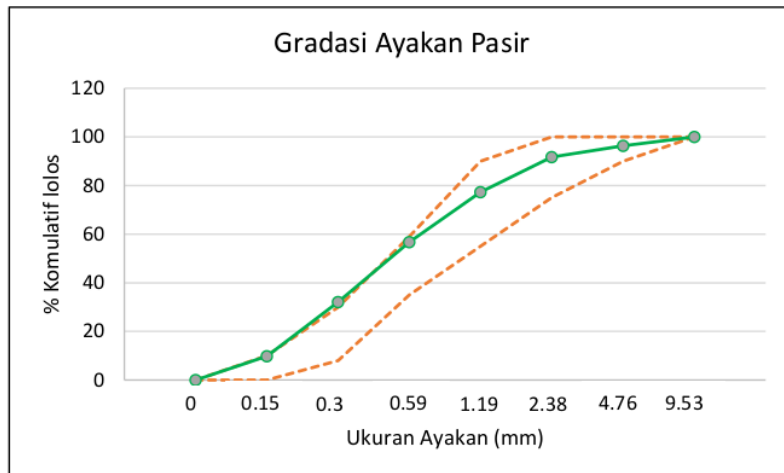
Berdasarkan hasil uji waktu mengikat dan mengeras semen dapat diketahui bahwa semen tanpa campuran cangkang kerang dan menggunakan campuran cangkang kerang berdasarkan prosentase 4%, 6%, 8%, 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa waktu mengikat semen dengan campuran cangkang kerang lebih cepat dibandingkan semen tanpa campuran cangkang kerang. Sedangkan waktu mengeras semen dengan campuran cangkang kerang lebih cepat dibandingkan dengan semen tanpa campuran cangkang.

22 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus

4.3.1 Pengujian Analisa Gradasi Agregat Halus

Hasil uji analisa saringan diperoleh seperti Gambar 4.11. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa lengkung ayakan berada pada *grading zone 2* dengan nilai modulus kehalusan sebesar 3,36%. Dalam hal ini pasir memenuhi persyaratan mutu sesuai dengan SNI 03-4428-1997 ; yaitu 1,5%-3,8%. Jadi pasir yang digunakan dalam campuran

pembuatan paving block memenuhi standar analisa gradasi pasir dan modulus halus dan layak digunakan untuk campuran



Gambar 4.11 Hasil Uji Analisa Saringan Pasir Berada di Zona 2

4.3.2 Pengujian Kebersihan Agregat Halus Terhadap Lumpur dengan Cara Basah

Berdasarkan SNI 03-1750-1990, kebersihan pasir terhadap lumpur cara basah harus kurang dari 5%. Data dan perhitungan diperoleh bahwa besarnya kebersihan pasir terhadap lumpur cara basah mencapai 1,7% yaitu kurang dari 5% seperti pada Gambar 4.12. Hal ini menunjukkan bahwa pasir layak digunakan dalam pembuatan paving block.



Gambar 4.12 Kebersihan Agregat Halus Terhadap Lumpur dengan Cara Basah

4.3.3 Pengujian Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik

Pengujian kebersihan pasir terhadap bahan organik diketahui melalui warna pasir dari proses pengujian setelah ditambahkan NaOH 3%, dikocok dan didiamkan selama 24

jam. Menurut SNI 03-2816-1992 jika larutan menjadi berwarna coklat tua : menunjukkan bahwa kandungan organik dalam agregat halus cukup tinggi. Dari hasil pengujian terlihat pada Gambar 4.13, bahwa hasil pengujian menunjukkan warna larutan NaOH 3% berubah dari bening menjadi kekuningan. Hal ini menunjukkan bahwa pasir mengandung rendah organik, dan layak digunakan dalam campuran untuk pembuatan paving block.



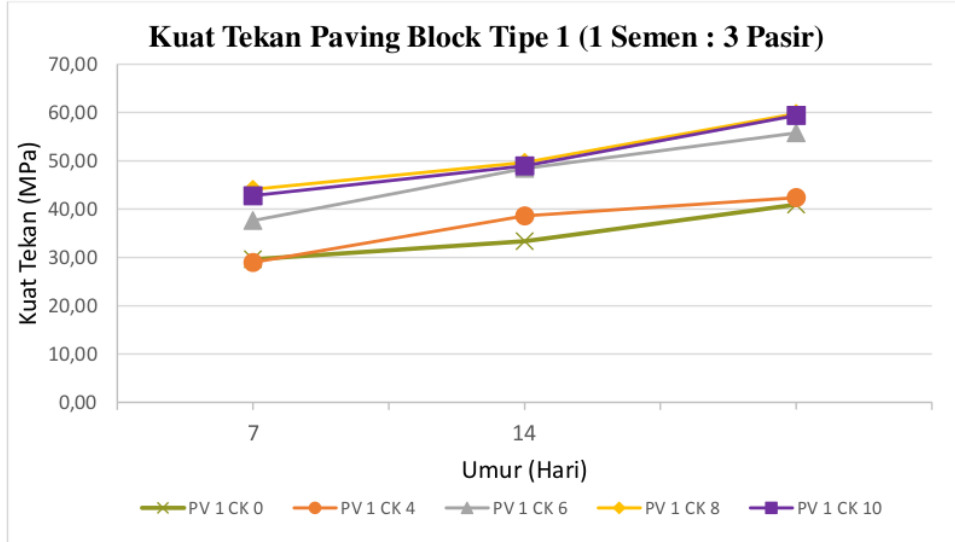
Gambar 4. 13 Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block

Pengujian kuat tekan paving block dilakukan di Laboratorium PT Varia Usaha Beton. Hasil uji kuat tekan paving block diuraikan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.14 untuk tipe 1, dan Tabel 4.4 dan Gambar 4.15 untuk tipe 2. Pengujian kuat tekan paving block dilakukan setelah proses perawatan dengan waktu 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 1

Benda Uji Campuran Cangkang Kerang (CK)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)		
	Usia 7 hari	Usia 14 hari	Usia 28 hari
PV1CK0	29,61	30,06	40,94
PV1CK4	28,99	38,60	42,38
PV1CK6	37,64	48,45	55,78
PV1CK8	44,11	49,66	59,78
PV1CK10	42,81	48,98	59,40



15 **Gambar 4.14** Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir) 96

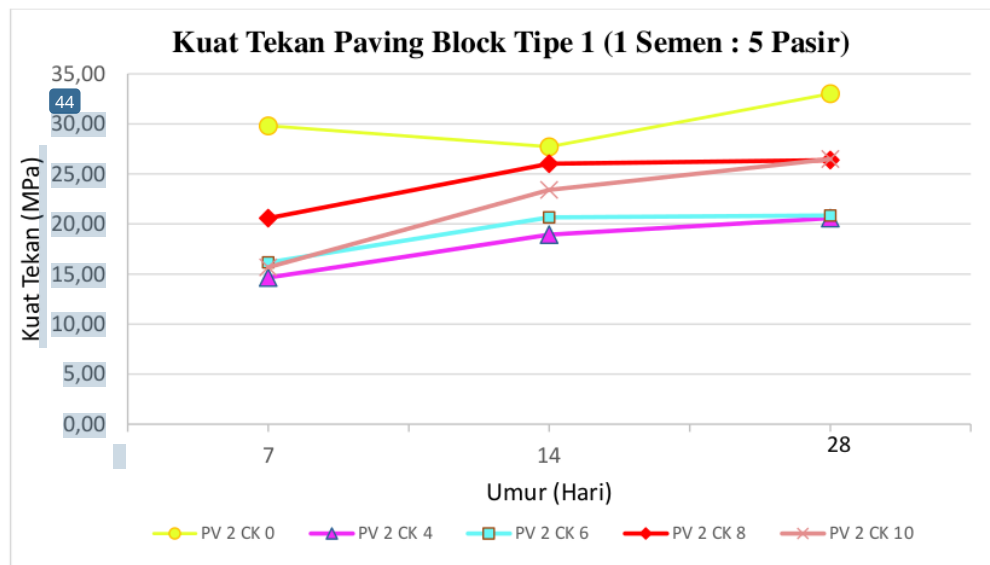
2 Hasil uji paving block pada Gambar 4.14 untuk tipe 1, yaitu campuran 1 semen : 3 pasir. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah proses perawatan dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil uji kuat tekan paving block tipe 1 usia 28 hari didapat nilai kuat tekan pada paving block normal PV1CK0 sebesar 40,94 MPa lebih rendah dibandingkan dengan paving block campuran cangkang kerang PV1CK4 sebesar 42,38 MPa, PV1CK6 sebesar 55,78 MPa, PV1CK8 sebesar 59,78 MPa dan PV1CK10 sebesar 59,40 MPa. Paving block dengan campuran cangkang kerang PV1CK4 mengalami peningkatan sebesar 1,03%, PV1CK6 sebesar 1,36%, PV1CK8 sebesar 1,46% dan PV1CK10 sebesar 1,45% dibandingkan dengan paving block normal PV1CK0. Berdasarkan Tabel 2.2 mengenai klasifikasi mutu paving block. Dari hasil uji kuat tekan paving block tipe 1 dengan campuran cangkang kerang darah 0%, 4%, 6%, 8%, 10% termasuk dalam kategori mutu A dengan kuat tekan rata-rata 35-40 MPa. Paving block tebal 8 cm dapat digunakan untuk jalan perumahan, lahan pabrik, dan parkir.

28 Dari hasil perkembangan kuat tekan umur 7 hari ke umur 14 hari yang terjadi pada paving block tipe PV1CK0 mengalami kenaikan 1,05%, PV1CK4 sebesar 9,61%, PV1CK6 sebesar 10,81%, PV1CK8 sebesar 5,55% dan PV1CK10 sebesar 6,17. Hasil uji ke 28 hari mengalami perkembangan kuat tekan paving block PV1CK0 mengalami kenaikan sebesar 10,27%, PV1CK4 sebesar 3,78%, PV1CK6 sebesar 7,33%, PV1CK8 sebesar 11,11% dan

PV1CK10 sebesar 10,42% dari paving block normal PV1CK0 terlampir pada Tabel 4.4. Pada grafik Gambar 4.14 perkembangan umur 7, 14 dan 28 hari pada paving block tipe 1, setiap variasi campuran cangkang kerang ataupun tanpa cangkang kerang berdasarkan perkembangan umur mengalami kenaikan pada kuat tekannya. Dalam penggunaan campuran cangkang kerang paving block tipe 1 didapatkan nilai kuat tekan terbesar di umur 28 hari sebesar 59,78 pada PV1CK8, hal ini disebabkan unsur kimia cangkang kerang dalam variasi sebagai variasi campuran dengan semen hanya dapat dipakai kurang dari 8% untuk membantu proses pengikatan dan menambahkan nilai kuat tekan paving block. Bila cangkang kerang digunakan pada campuran lebih dari 8% maka nilai kuat tekan akan turun.

Tabel 4. 4 Hasil Kuat Tekan Paving Block Tipe 2

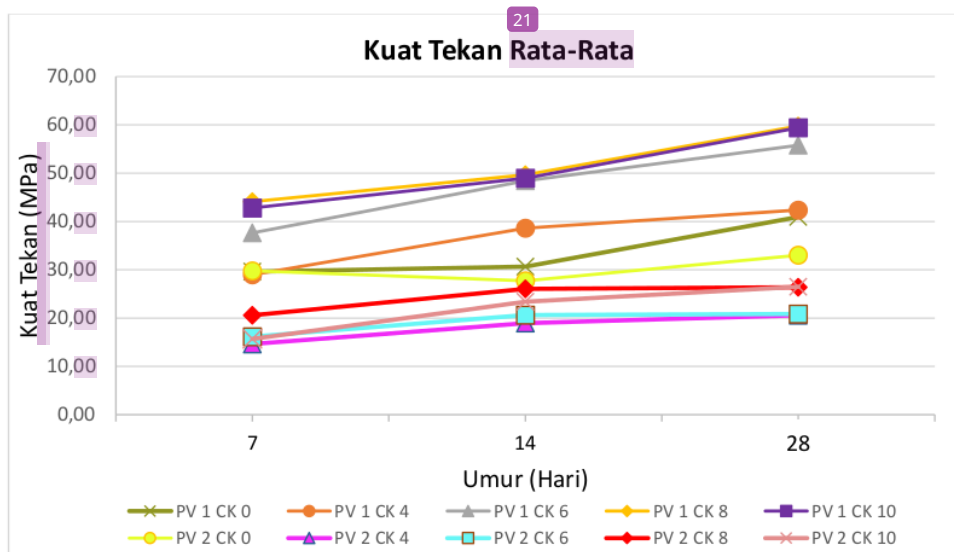
Benda Uji Campuran Cangkang Kerang (CK)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)		
	Usia 7 hari	Usia 14 hari	Usia 28 hari
PV2CK0	29,81	27,72	33,02
PV2CK4	14,65	18,78	20,59
PV 2CK6	16,16	20,66	20,85
PV 2CK8	20,59	26,12	26,38
PV2CK10	15,68	23,40	26,49



Gambar 4. 15 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir)

15 Pada Gambar 4.15 hasil perkembangan nilai kuat tekan paving block tipe 2 umur 7 hari ke 14 hari paving block tanpa campuran cangkang kerang PV2CK0 mengalami penurunan sebesar 2,09%, sedangkan paving block menggunakan campuran cangkang kerang PV2CK4 mengalami kenaikan sebesar 4,30%, PV2CK6 sebesar 4,50%, PV2CK8 sebesar 5,44% dan PV2CK10 sebesar 7,22%. Hasil uji 14 hari ke 28 hari paving block normal PV2CK0 mengalami kenaikan sebesar 5,30%, sedangkan paving block menggunakan campuran cangkang kerang PV2CK4 mengalami kenaikan sebesar 1,64%, PV2CK6 sebesar 0,2%, PV2CK8 sebesar 0,36% dan PV2CK10 sebesar 3,09%.

2 Dari hasil uji kuat tekan paving block tipe 2, dengan campuran cangkang kerang 19 darah 4%, 6%, 8%, 10% termasuk dalam kategori mutu B dengan kuat tekan rata-rata 17-35 MPa. Paving block 53 tebal 8 cm dapat digunakan untuk jalan perumahan, lahan pabrik, dan parkir. Berdasarkan Gambar 4.15 grafik hasil uji paving block tanpa menggunakan campuran lebih tinggi dibandingkan menggunakan campuran cangkang kerang. Hal ini disebabkan penggunaan campuran cangkang kerang tidak dapat digunakan dalam pembuatan paving block tipe 2 dengan perbandingan 1 Semen : 5 Pasir dikarenakan jumlah semen yang digunakan kurang optimal, mempengaruhi unsur kimia cangkang kerang yang tidak dapat bekerja secara maksimal dalam proses proses pembentukan perkerasan paving block, sehingga menyebabkan nilai kuat tekan menurun.



58 **Gambar 4. 16** Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block

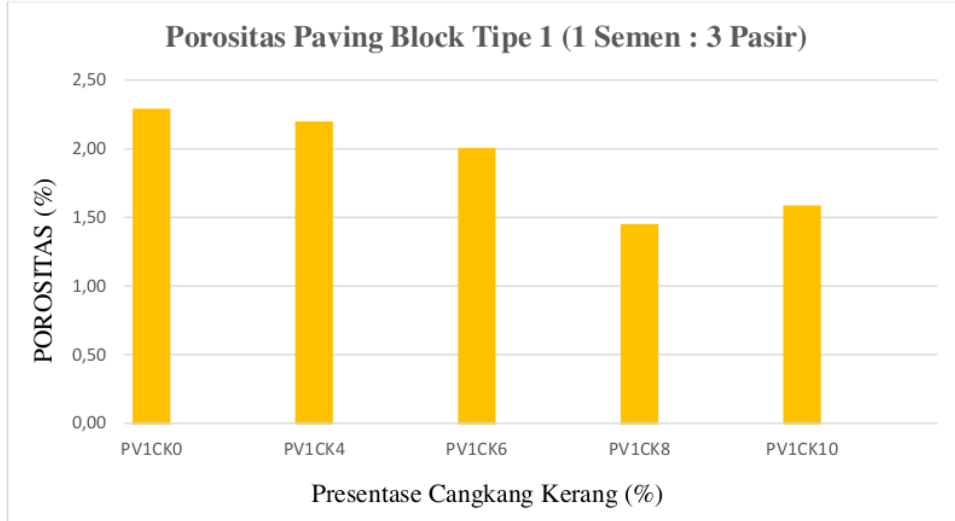
Dari Gambar 4.16 hasil kuat tekan rata-rata paving block, paving block tipe 1 terjadi peningkatan nilai kuat tekan dengan campuran cangkang kerang sampai PV1CK8 dan terjadi penurunan nilai kuat tekan dengan campuran cangkang kerang diatas PV1CK8, sedangkan nilai kuat tekan paving block tipe 2 tidak terjadi peningkatan dengan adanya campuran cangkang kerang

Dari Gambar 4.16 hasil kuat tekan rata-rata paving block, paving block tipe 1 nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan paving block tipe 2, hal ini disebabkan penggunaan jumlah semen yang digunakan paving block tipe 1 lebih banyak dibandingkan paving block tipe 2. Dalam penggunaan campuran cangkang kerang sebagai variasi campuran dengan semen untuk paving block tipe 1 dapat menambah nilai kuat tekan, sedangkan tipe 2 tidak dapat menambah nilai kuat tekan

4.5 Hasil Pengujian Porositas Paving Block

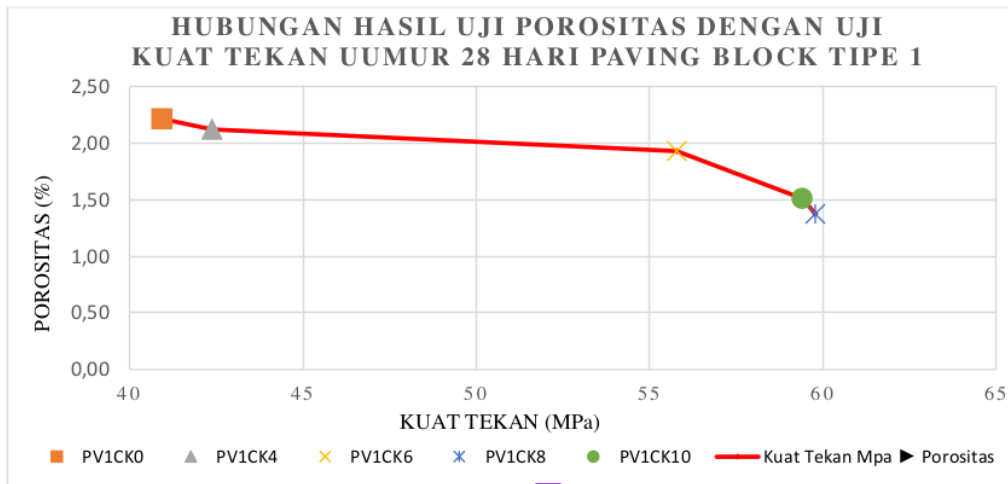
Tabel 4. 5 Hasil Uji Porositas Paving Block Tipe 1

Benda Uji	Keadaan Basah (gr)	Keadaan Kering (gr)	Penyerapan (%)	Rata-Rata (%)
PV1CK0	4290	4205	2,02	2,22
	4350	4235	2,72	
	4260	4180	1,91	
PV1CK4	4340	4225	2,72	2,12
	4130	4065	1,60	
	3980	3900	2,05	
PV1CK6	4220	4150	1,69	1,93
	4300	4210	2,14	
	4400	4315	1,97	
PV1CK8	4360	4295	1,51	1,38
	4450	4385	1,48	
	4460	4410	1,13	
PV1CK10	4260	4205	1,31	1,51
	4250	4165	2,04	
	4270	4220	1,18	



Gambar 4.17 Hasil Uji Porositas Paving block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir)

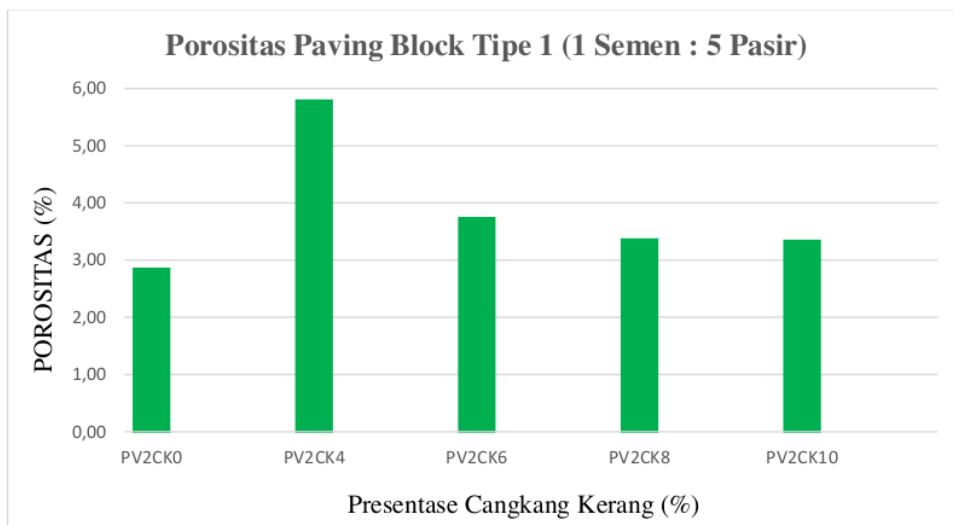
Berdasarkan hasil uji porositas umur 28 hari, paving block PV1CK0 mendapatkan nilai prosentase terbesar yaitu 2,22%, sedangkan nilai prosentase terkecil didapatkan pada paving block PV1CK8 sebesar 1,38%. Hal ini menunjukkan bahwa paving block PV2CK0 dan PV2CK4 dengan tingkat prosentase akan berbanding terbalik dengan nilai kuat tekan yang ditunjukkan pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Hubungan Uji Porositas Dengan Uji Kuat Tekan Paving Block Umur 28 Hari Paving Block Tipe 1

Tabel 4. 6 Hasil Uji Porositas Paving Block Tipe 2

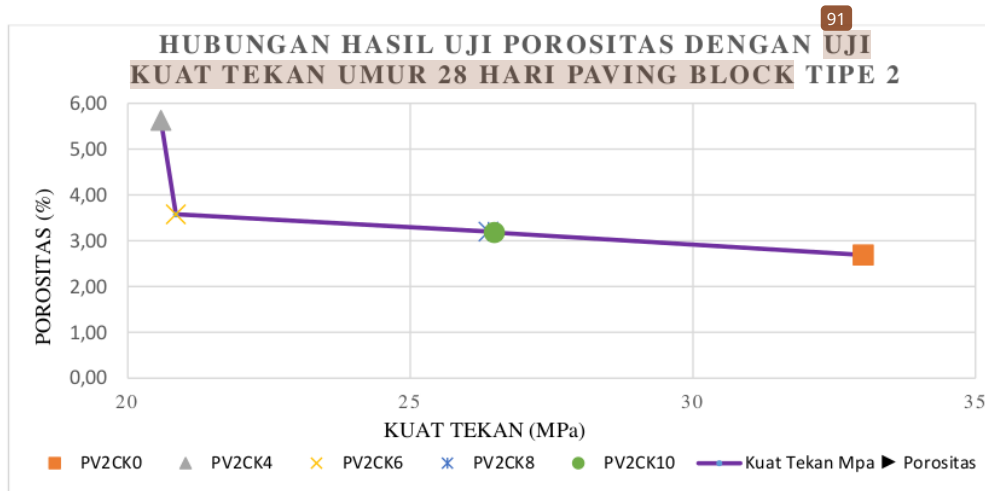
Benda Uji	Keadaan Basah (gr)	Keadaan Kering (gr)	Penyerapan (%)	Rata-Rata (%)
PV2CK0	3950	3855	2,46	2,69
	4000	3895	2,70	
	4070	3955	2,91	
PV2CK4	4030	3795	6,19	5,63
	3940	3740	5,35	
	3940	3740	5,35	
PV2CK6	4000	3840	4,17	3,58
	3930	3805	3,29	
	3940	3815	3,28	
PV2CK8	4210	4080	3,19	3,20
	4110	3985	3,14	
	4250	4115	3,28	
PV2CK10	4140	4015	3,11	3,18
	4090	3965	3,15	
	4270	4135	3,26	



Gambar 4. 19 Hasil Uji Porositas Paving block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir)

Berdasarkan hasil uji porositas umur 28 ⁵¹ hari yang terlampir pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.19, paving block PV2CK4 mendapatkan nilai prosentase terbesar yaitu 5,93%, sedangkan nilai prosentase terkecil didapatkan pada paving block PV2CK0 sebesar 2,69%. Hal ini menunjukkan bahwa paving block PV2CK0 dan PV2CK4 dengan tingkat

prosentasinya akan berbanding terbalik dengan nilai kuat tekan yang ditunjukkan pada Gambar 4.20.



Gambar 4. 20 Hubungan Uji Porositas Dengan Uji Kuat Tekan Paving Block Umur 28 Hari Paving Block Tipe 1

Hasil dari uji porositas paving block pada penelitian ini diperoleh paving block normal (tanpa cangkang kerang) dan paving block dengan campuran cangkang kerang tipe 1 dan tipe 2 memenuhi syarat sesuai dengan SNI 03-0691-1996 yaitu sebesar 3-10% seperti terlihat pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.20. Pada hasil uji porositas paving block tipe 1 dengan campuran cangkang kerang lebih kecil nilai prosentase porositasnya dibandingkan paving block tanpa campuran cangkang kerang, sedangkan paving block tipe 2 dengan campuran cangkang kerang nilai prosentase lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan campuran cangkang kerang. Hal ini menunjukkan hubungan antara uji kuat tekan dan porositas benda uji paving block, dimana semakin kecil nilai porositasnya maka akan semakin besar nilai kuat tekan benda uji paving block (Saputra, 2016).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa paving block menggunakan cangkang kerang sebagai bagian dari campuran semen, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Menggunakan campuran limbah cangkang kerang dapat memberikan kontribusi kekuatan material semen terhadap paving block dan penggunaan cangkang kerang sebagai variasi campuran dengan semen dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
2. Hasil pengujian penggunaan limbah cangkang kerang sebagai bahan variasi campuran dengan semen didapatkan nilai kuat tekan tertinggi pada paving block tipe 1 dengan prosentase campuran cangkang kerang 8% sebesar 59,78 MPa, sedangkan paving block tipe 2 terdapat pada prosentase cangkang kerang 0% sebesar 33,02 MPa.
3. Hasil dari uji porositas usia 28 hari dengan nilai prosentase terendah terdapat pada paving block tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir) campuran cangkang kerang 8 % sebesar 1,38%.
4. Ditinjau dari klasifikasi paving block menurut SNI 03-0691-1996, diperoleh paving block tipe 1 dengan campuran cangkang kerang 8% termasuk klasifikasi A, dan paving block tipe 2 campuran cangkang kerang 10% termasuk klasifikasi B.

5.2 Saran

1. Untuk para peneliti selanjutnya hendak dapat meneliti tentang hal yang sama dengan penelitian ini, tetapi dengan menggunakan prosentase yang berbeda dan penambahan material yang lainnya, maksimal 8% cangkang kerang.
2. Untuk para peneliti selanjutnya yang hendak melakukan penelitian paving block diharapkan menggunakan mesin hidrolis dikarenakan dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang optimal
3. Diharapkan peneliti tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan tambahan atau campuran bahan lain dengan prosentase yang berbeda.

TUGAS AKHIR_FAJRI AGUS NUGROHO_20110030_CEK PLAGIASI.pdf

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	journal.uwks.ac.id Internet Source	4%
2	Submitted to Universitas Islam Lamongan Student Paper	2%
3	repository.usbypkp.ac.id Internet Source	2%
4	ml.scribd.com Internet Source	2%
5	lib.unnes.ac.id Internet Source	2%
6	e-journal.upr.ac.id Internet Source	1%
7	id.123dok.com Internet Source	1%
8	repositori.uma.ac.id Internet Source	1%
9	media.neliti.com Internet Source	1%

10	123dok.com Internet Source	1 %
11	renamuzdalifahepa.blogspot.com Internet Source	1 %
12	repository.wiraraja.ac.id Internet Source	1 %
13	adoc.tips Internet Source	1 %
14	pdfcoffee.com Internet Source	1 %
15	Sri Wiwoho Mudjanarko, Eko Julianto, Dani Harmanto, Firdaus Pratama Wiwoho. "Addition of Gravel in the Manufacture of Paving Block with Water Absorption Capability", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020 Publication	1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

TUGAS AKHIR_FAJRI AGUS NUGROHO_20110030_CEK PLAGIASI.pdf

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60
