

**TUGAS AKHIR**

**KUAT TEKAN PAVING BLOCK MENGGUNAKAN CANGKANG  
KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*) SEBAGAI  
VARIASI CAMPURAN DENGAN SEMEN**



**FAJRI AGUS NUGROHO**

**NPM : 20.11.0030**

---

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA  
SURABAYA  
2024**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

**Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya**

Oleh :

**FAJRI AGUS NUGROHO**  
**20110030**

Tanggal Ujian : 27 Desember 2023

Disetujui oleh:  
Pembimbing,

**Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.**

**NIK : 93190 - ET**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

**Johan Pahing Heru Waskito, S.T., M.T.**

**NIP. 19690310200511002**

**Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.**

**NIK : 93190 – ET**



# **KUAT TEKAN PAVING BLOCK MENGGUNAKAN CANGKANG KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*) SEBAGAI VARIASI CAMPURAN DENGAN SEMEN**

Nama Mahasiswa : Fajri Agus Nugroho  
NPM : 20110030  
Jurusan : Teknik sipil  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

## **ABSTRAK**

Paving block merupakan suatu komponen bahan bangunan yang terbuat dari bahan campuran semen, agregat dan air dengan atau tanpa tambahan lainnya. Meningkatnya minat masyarakat menggunakan paving block ini menyebabkan peningkatan kebutuhan material semen dalam pembuatan paving block. Penggunaan material semen yang terus meningkat dapat menyebabkan emisi karbon dioksida yang tinggi. Salah satu pertimbangan dalam mengurangi pemanasan global menjadi ide pemanfaatan limbah cangkang kerang darah yang digunakan sebagai variasi sebagian semen pada campuran pembuatan paving block. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kekuatan paving block yang ramah lingkungan menggunakan campuran kerang darah. Untuk campuran paving block digunakan dua tipe, yaitu tipe pertama paving block menggunakan 1 Semen : 3 Pasir dan tipe kedua 1 Semen : 5 Pasir. Tipe pertama dan kedua menggunakan campuran variasi sebagian semen dengan prosentase cangkang kerang 0%, 4%, 6%, 8%, 10% terhadap berat semen Pada penelitian ini digunakan benda uji berbentuk persegi panjang ukuran 21,5 cm x 10,5 cm x 6 cm. Dilakukan pengujian kuat tekan paving block pada umur 7, 14 dan 28 hari, dan uji porositas pada umur 28 hari. Dari hasil uji kuat tekan paving blok diketahui bahwa paving block perbandingan 1 Semen : 3 Pasir dengan campuran cangkang kerang 8% PV1CK8 menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 59,78 MPa, dan paving block perbandingan 1 Semen : 5 pasir (tipe 2) pada prosentase cangkang kerang 10% sebesar 26,49 MPa. Hasil Uji porositas paving block tipe 1 campuran cangkang kerang 8% (PV1CK8) sebesar 1,38% dan paving block tipe 2 campuran cangkang kerang 10% (PV2CK10) sebesar 3,18%.

**Kata Kunci : Paving Block, Semen, Cangkang Kerang, Kuat Tekan, Porositas**

**COMPRESSIVE STRENGTH OF PAVING BLOCK USING BLOOD  
COCKLE SHELLS (ANADARA GRANOSA) AS MIXTURE VARIATION  
WITH CEMENT**

*Student Name* : Fajri Agus Nugroho  
*NPM* : 20110030  
*Department* : Teknik Sipil  
*Supervisor* : Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

**ABSTRACT**

*The Paving block is a building material component made from cement, aggregate, and water with or without additional additives. The increasing public interest in paving blocks has led to a rise in the demand for cement in their production. The continuous use of cement materials can result in high carbon dioxide emissions. One consideration for reducing global warming is using waste from blood clam shells as a partial substitute for cement in the mixture for paving block production. This research was conducted to determine the strength of an environmentally friendly paving block using a mixture of blood cockle shells. Two types of mixtures are used for paving blocks, the first type has a ratio of 1 Cement: 3 Sand, and the second type has a ratio of 1 Cement: 5 Sand. Both types incorporate a partial substitute for cement, with varying percentages of blood clam shell, namely 0%, 4%, 6%, 8%, and 10% by weight of cement. This study used, rectangular test specimens measuring 21.5 cm x 10.5 cm x 6 cm. Compressive strength testing is conducted at 7, 14, and 28 days, and porosity testing is performed at 28 days. From the compressive strength test results of paving blocks, it is evident that the paving block with a ratio of 1 Cement to 3 Sand (type 1) with 8% blood clam shell mixture (PV1CK8 - Type 1) produced the highest compressive strength, reaching 59,78 MPa, and paving block with a ratio of 1 Cement to 5 Sand (type 2) with 10% blood clam shell mixture (PV2CK10-Type 2) exhibited a compressive strength of 26,49 MPa. The lowest porosity test result was produced by type 1 paving block mixed with 8% clam shell ((PV1CK8 - Type 1) at 1,38%, and type 2 paving block mixed whit 10% clam shell ((PV2CK10 - Type 2) at 3,18%*

**Keywords : Paving Block, Cement, Clam Shell, Compressive Strength, Porosity**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang diberikan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan waktu yang ditentukan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun telah mendapat bantuan, masukan dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Johan Paing ST, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan juga Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam Penyusunan Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Titien Setiyono Rini, MT. Selaku dosen wali yang selalu membimbing saya selama perkuliahan ini.
4. PT. Varia Usaha Beton yang telah berkenan memberikan ilmu yang bermanfaat dan menyediakan fasilitas yang diperlukan untuk fabrikasi dan pengujian sampel.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan maupun kekurangan, mengingat keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman penyusun sebagai mahasiswa. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dan kelengkapan Tugas Akhir ini. Penyusun berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi kita semua.

Surabaya, 19 Januari 2024

Fajri Agus Nugroho  
NPM : 20110030

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN REVISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Paving Block .....	6
2.1.1 Syarat Mutu Paving Block .....	7
2.1.2 Klasifikasi Paving Block .....	8
2.1.3 Kelebihan Paving Block.....	9
2.1.4 Kekurangan Paving Block.....	10
2.2 Semen Portland.....	10
2.3 Agregat Halus.....	11
2.4 Air.....	12
2.5 Cangkang Kerang Darah .....	12
2.6 Penelitian Terdahulu.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>

3.1 Waktu Pelaksanaan dan Lokasi .....	18
3.2 Bahan Limbah Cangkang Kerang Darah.....	19
3.3 Persiapan Alat dan Material Penelitian .....	20
3.4 Pengujian Semen .....	21
3.4.1 Uji Konsistensi Normal Semen .....	17
3.4.2 Uji Waktu Mengeras dan Mengikat Semen.....	17
3.4.3 Uji Berat Volume Semen .....	18
3.5 Pengujian Agregat Halus.....	23
3.5.1 Uji Berat Volume Agregat Halus .....	19
3.5.2 Uji Berat Jenis Agregat Halus .....	20
3.5.3 Uji Air Resapan Agregat Halus.....	21
3.5.4 Uji Kelembapan Agregat Halus.....	22
3.5.5 Uji Kadar Lumpur Agregat Halus .....	22
3.5.6 Uji Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik .....	23
3.5.7 Uji Gradasi Butiran dan Modulus Agregat Halus .....	23
3.6 Pengujian Cangkang Kerang Darah .....	28
3.5.1 Proses Pembersihan Cangkang Kerang .....	19
3.5.2 Uji Berat Jenis Cangkang Kerang .....	20
3.5.3 Uji Berat Volume Cangkang Kerang .....	21
3.7 Rancangan Campuran Paving Block (Mix Design) .....	31
3.8 Prosedur Pembuatan Benda Uji Paving Block .....	35
3.9 Perawatan Benda Uji .....	40
3.10 Pengujian Kuat Tekan .....	40
3.11 Pengujian Porositas .....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Hasil Uji Material .....	40
4.2 Hasil Pengujian Semen.....	42



4.2.1 Pengujian Konsistensi Normal Semen .....	42
4.2.2 Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen.....	45
4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	48
4.3.1 Pengujian Analisa Gradasi Agregat Halus .....	48
4.3.2 Pengujian Kebersihan Agregat Halus Terhadap Lumpur dengan Cara Basah...	48
4.3.3 Pengujian Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik .....	49
4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block .....	49
4.5 Hasil Pengujian Porositas Paving Block .....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Limbah cangkang Kerang Darah .....	2
<b>Gambar 1.2</b> Tumpukan Limbah Cangkang Kerang Darah Di Desa Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo .....	3
<b>Gambar 2.1</b> Model paving block.....	8
<b>Gambar 2.2</b> Pola pemasangan paving block .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Bentuk pasak topi uskup .....	9
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	17
<b>Gambar 3.2</b> Lokasi Penelitian di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.....	19
<b>Gambar 3.3</b> Lokasi Penelitian di PT Varia Usaha Beton Gresik.....	19
<b>Gambar 3.4</b> Lokasi Limbah cangkang kerang di Desa Tambak Cemandi Sedati Sidoarjo	20
<b>Gambar 3.5</b> Pencucian Cangkang Kerang Darah.....	28
<b>Gambar 3.6</b> Penyimpanan Cangkang kerang .....	29
<b>Gambar 3.7</b> Penjemuran Cangkang Kerang.....	29
<b>Gambar 3.8</b> Penggilingan Cangkang Kerang.....	29
<b>Gambar 3.9</b> (a) Bather Plant, dan (b) Silo Semen.....	36
<b>Gambar 3.10</b> Ruang Operator .....	36
<b>Gambar 3.11</b> Conveyor dan Mixer .....	37
<b>Gambar 3.12</b> Block Marking Machine .....	37
<b>Gambar 3.13</b> Pallet.....	37
<b>Gambar 3.14</b> Block Moulding dan Hydraulic Pressure .....	38
<b>Gambar 3.15</b> Stacking Machine.....	38
<b>Gambar 3.16</b> Penempatan Paving Block Di Area Teduh.....	38
<b>Gambar 3.17</b> Proses Curing Paving Block.....	40
<b>Gambar 4.1</b> Konsistensi Normal Semen .....	45
<b>Gambar 4.2</b> Konsistensi Normal Semen + 4% Cangkang Kerang .....	46

<b>Gambar 4.3</b> Konsistensi Normal Semen + 6% Cangkang Kerang .....	46
<b>Gambar 4.4</b> Konsistensi Normal Semen + 8% Cangkang Kerang .....	47
<b>Gambar 4.5</b> Gambar Konsistensi Normal Semen + 10% Cangkang Kerang .....	47
<b>Gambar 4.6</b> Waktu Mengikat dan Mengeras Semen .....	48
<b>Gambar 4.7</b> Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 4% .....	48
<b>Gambar 4.8</b> Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 6% .....	49
<b>Gambar 4.9</b> Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 8% .....	49
<b>Gambar 4.10</b> Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 10% .....	50
<b>Gambar 4.11</b> Hasil Uji Analisa Saringan Pasir Berada di Zona 2 .....	51
<b>Gambar 4.12</b> Kebersihan Agregat Halus Terhadap Lumpur dengan Cara Basah .....	51
<b>Gambar 4.13</b> Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik .....	52
<b>Gambar 4.14</b> Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir).....	53
<b>Gambar 4.15</b> Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir).....	54
<b>Gambar 4.16</b> Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block.....	55
<b>Gambar 4.17</b> Hasil Uji Porositas Paving block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir) .....	57
<b>Gambar 4.18</b> Hubungan Uji Porositas Dengan Uji Kuat Tekan Paving Block Umur 28 Hari Paving Block Tipe 1.....	57
<b>Gambar 4.19</b> Hasil Uji Porositas Paving block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir) .....	58
<b>Gambar 4.20</b> Hubungan Uji Porositas Dengan Uji Kuat Tekan Paving Block Umur 28 Hari Paving Block Tipe 1.....	59

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Kandungan Senyawa Kimia Semen dan Cangkang Kerang Darah .....	2
<b>Tabel 2.1</b> Sifat Fisika Paving Blok .....	7
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi Campuran Untuk Satu Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir).....	34
<b>Tabel 3.2</b> Komposisi Campuran Untuk Satu Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir).....	35
<b>Tabel 3.3</b> Komposisi Campuran Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir) Berjumlah 60 Buah.....	31
<b>Tabel 3.3</b> Komposisi Campuran Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir) Berjumlah 60 Buah.....	31
<b>Tabel 3.5</b> Jumlah Benda Uji Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir).....	39
<b>Tabel 3.6</b> Jumlah Benda Uji Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir).....	39
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Uji Material .....	40
<b>Tabel 4.2</b> Tabel Kebutuhan Material Pada Pengujian Konsistensi normal .....	42
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji kuat Tekan Paving Block Tipe 1 .....	49
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Uji kuat Tekan Paving Block Tipe 2 .....	51
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Uji Porositas Paving Block Tipe 1 .....	53
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Uji Porositas Paving Block Tipe 2 .....	54

# **BAB I**

## **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  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  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 variasi 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 agar dapat bermanfaat dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.



**Gambar 1. 2** Tumpukan Limbah Cangkang Kerang Darah Di Desa Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo

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). 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 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 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 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.

### 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.

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 :

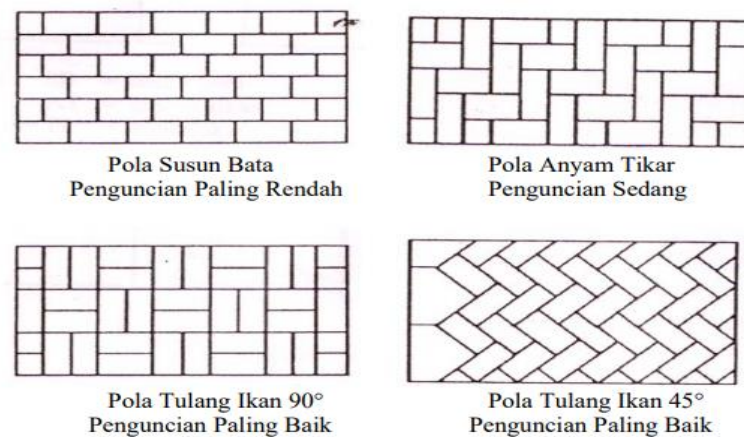
a. Klasifikasi berdasarkan model

Model paving block dibagi sebagai gambar berikut :

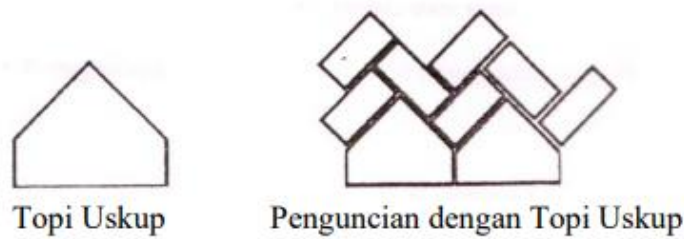


**Gambar 2. 1** Model paving block

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



**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

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% (SiO<sub>2</sub>), alumina 8,76% (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 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 (bendungan, 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).

### **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%

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).

## 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).

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

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/lit.
3. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya)  $> 15$  gr/lit.
4. Tidak mengandung senyawa klorida  $> 0,5$  gr/lit
5. Tidak mengandung senyawa sulfat  $> 1$  gr/lit
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%.

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).

## 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil	Perbedaan
1.	Ulfiyati (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 <sub>2</sub> 0,38%, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,65%, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,05% sebagai variasi sebagian semen dengan persentase 0% ; 3% ; 5% ; 7% ; 10% dari berat semen pada perbandingan 1 semen : 3 pasir. 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.	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 (2018)	Pengaruh Penggunaan Abu Dasar ( <i>Bottom Ash</i> ) Pada Paving Block Dengan	Pengaruh Penggunaan Abu Dasar ( <i>Bottom Ash</i> ) 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 ( <i>Bottom Ash</i> ).

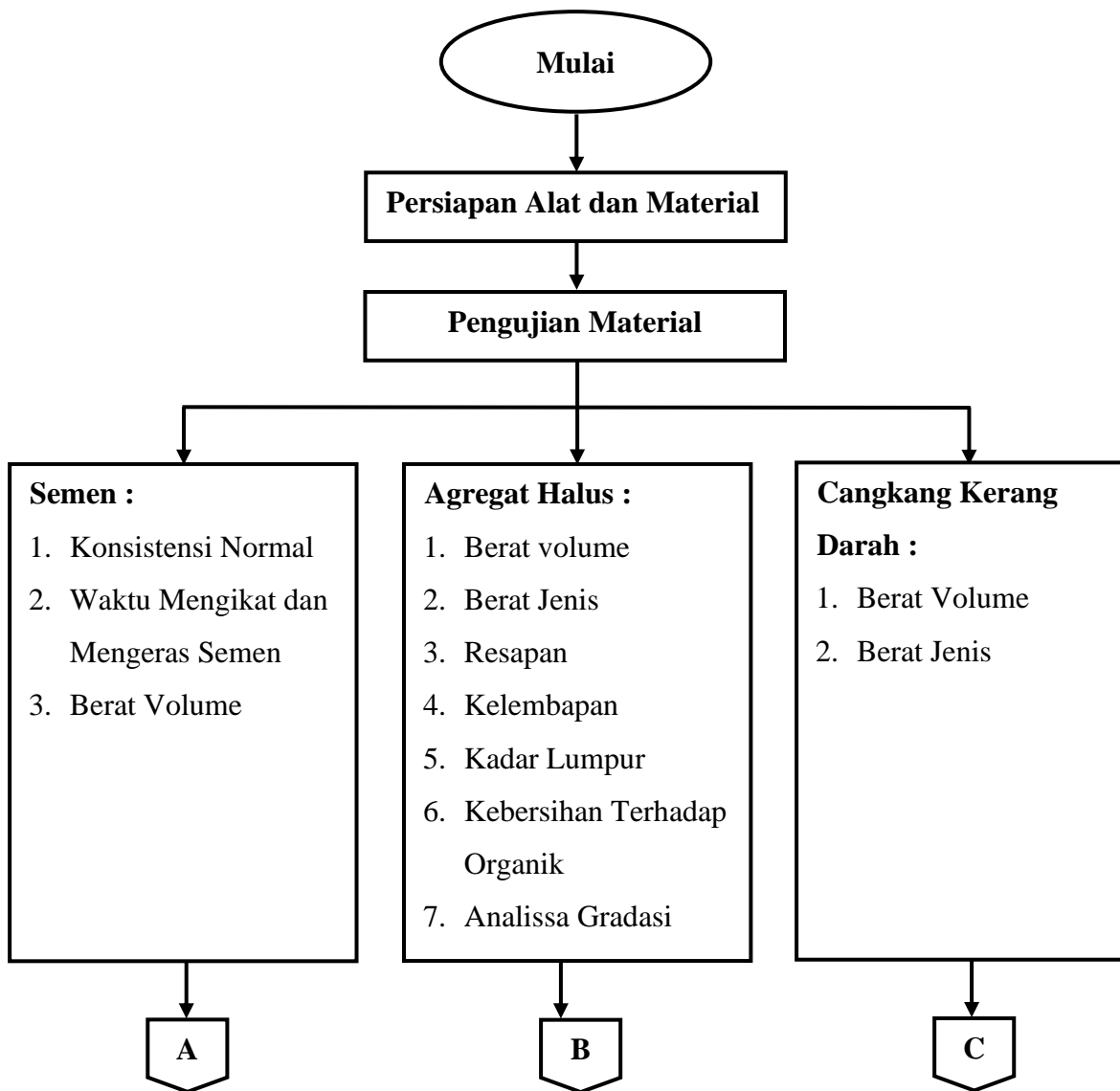
		Campuran Limbah Kerang Sebagai Substitusi Semen	Tambak Cemandi Sedati, Sidoarjo. Berdasarkan uji laboratorium cangkang kerang darah ini mengandung senyawa kimia Ca 81,51%, Si 4,3%, Al 1,5%, Fe 6,45%. Penelitian ini menggunakan data senyawa kimia tersebut untuk penggunaan cangkang kerang sebagai campuran semen dalam pembuatan paving block.	
3.	Prawatya (2021)	Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pengganti Pasir Pada Pembuatan Paving Block	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%.	Tempat pengambilan limbah cangkang kerang di Desa Tambak cemandi Sidoarjo. Penggunaan limbah cangkang kerang sebagai variasi campuran sebagian semen.
4.	Ichsan (2019)	Analisa Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan	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	Tempat pengambilan limbah cangkang kerang di Desa Tambak Cemandi Sidoarjo. Limbah cangkang kerang digunakan

		<p>Paving Block di Tinjau Dari Nilai Kuat Tekan dan Serapan Air</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>
--	--	---	---	--

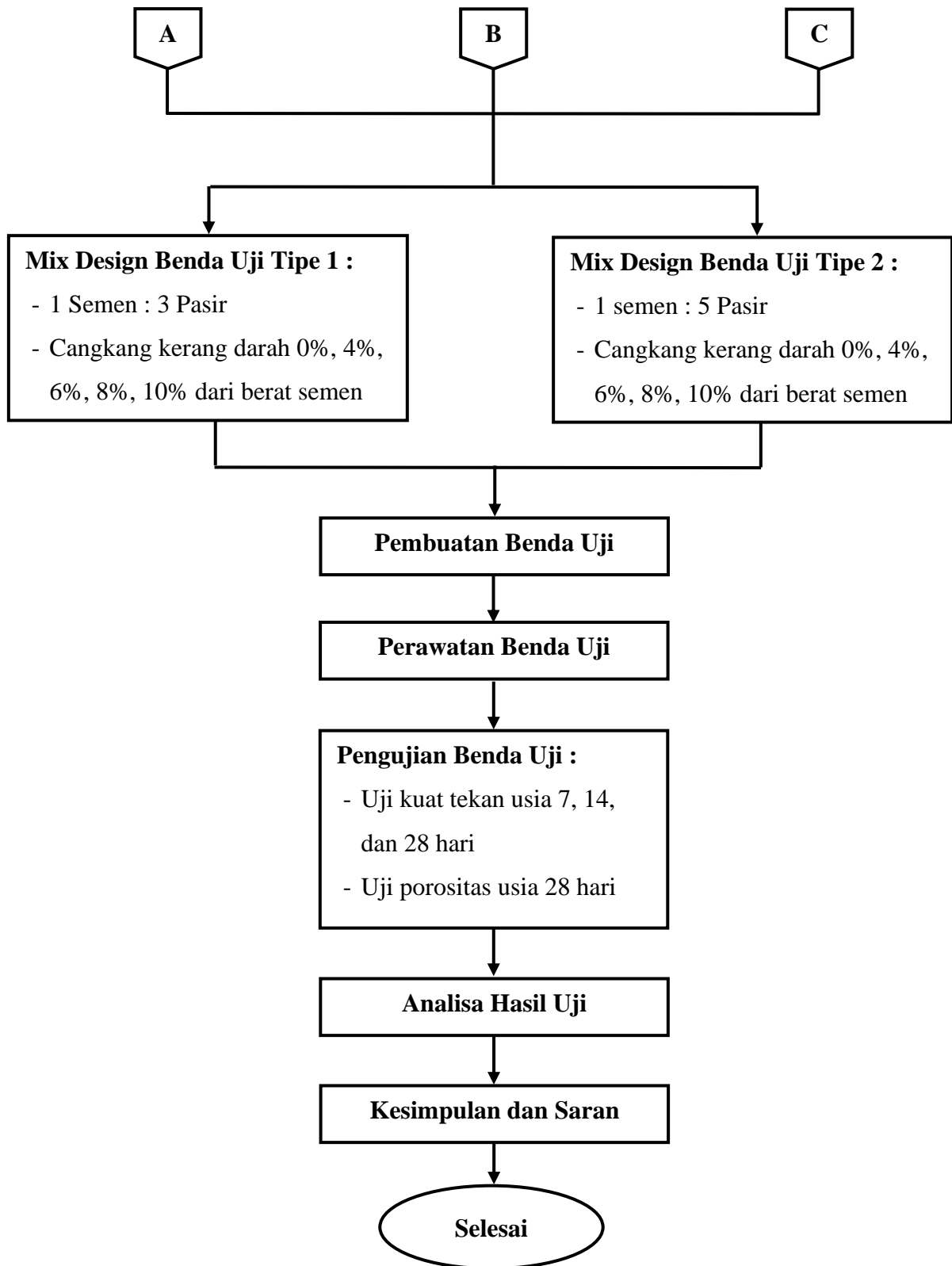
### BAB III

## 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:

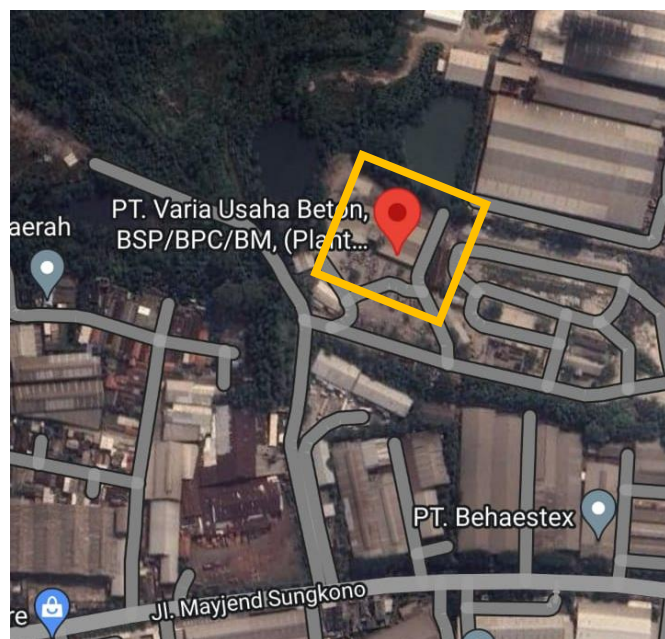
1. Pekerjaan persiapan alat dan bahan, yaitu mempersiapkan peralatan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan selama penelitian seperti cetakan pembuatan paving block, mesin hidrolik pembuatan paving block, timbangan digital, oven, satu set ayakan, piknometer, alat vicat, *compressing testing machine*.
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 pengetesan kuat tekan paving block dilakukan di Laboratorium Beton PT Varia Usaha Beton yang berlokasi Jl. Mayjend Sungkono, Kebonpoh, Segoromadu, Kabupaten Gresik (Gambar 3.3).



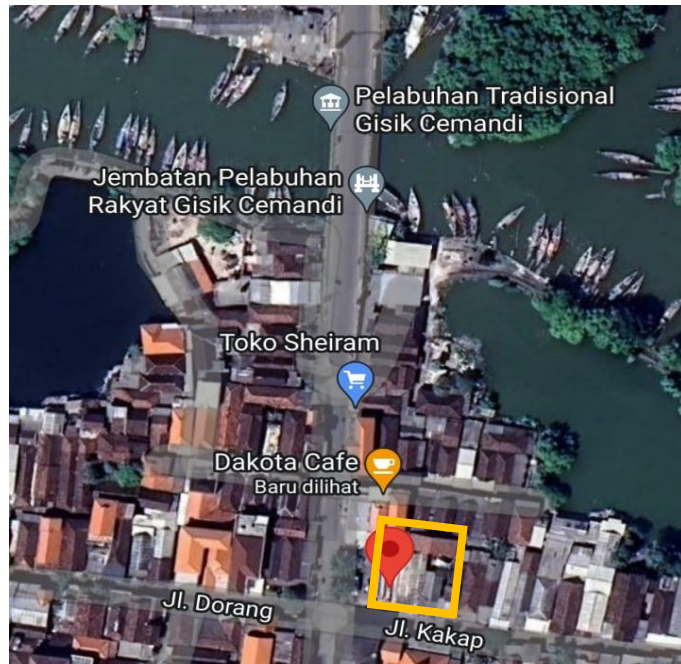
**Gambar 3. 2** Lokasi Penelitian di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya



**Gambar 3. 3** Lokasi Penelitian di PT Varia Usaha Beton Gresik

### **3.2 Bahan Limbah Cangkang Kerang Darah**

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



**Gambar 3. 4** Lokasi Limbah cangkang kerang di Desa Tambak Cemandi Sedati Sidoarjo

### 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

### 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 dna 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 hamper 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 organic. 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

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

Langkah kerja pengujian :

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 = Berat cangkang kerang

B = Berat labu takar + air

C = Berat labu takar + cangkang kerang + air

1 cm/m<sup>3</sup>= Berat jenis air

### 3.7 Rancangan Campuran Paving Block (*Mix Design*)

Pada penelitian ini campuran dalam pembuatan paving block menggunakan 2 tipe perbandingan semen dan pasir yaitu, 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) 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 1 semen : 3 pasir

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

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

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

- 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 darah 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 :

A = Berat silinder

B = Berat silinder + semen

V = Volume silinder

$$\text{Semen perbandingan } 1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir} = 480 \text{ cm}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cangkang kerang yang dibutuhkan} &= \text{Berat volume Semen} \times \text{Kebutuhan Semen} \\ &\quad + \text{Faktor Pemadatan Mesin} \\ &= 1,230 \text{ gr/cm}^3 \times 480 \text{ cm}^3 + 35\% \\ &= 797,04 \text{ gram} \\ &= 0,797 \text{ Kg} \end{aligned}$$

b) Berat volume Pasir :

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

Dimana :

A = Berat silinder

B = Berat silinder + pasir

V = Volume silinder

$$\text{Pasir perbandingan } 1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir} = 1440 \text{ cm}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cangkang kerang yang dibutuhkan} &= \text{Berat volume Pasir} \times \text{Kebutuhan Pasir} \\ &\quad + \text{Faktor Pemadatan Mesin} \\ &= 1,761 \text{ gr/cm}^3 \times 1440 \text{ cm}^3 + 35\% \end{aligned}$$

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

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

c) Berat volume cangkang kerang :

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

Dimana :

A = Berat silinder

B = Berat silinder + cangkang kerang

V = Volume silinder

4% cangkang kerang perbandingan 1 semen : 3 pasir = 19,20 cm<sup>3</sup>

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cangkang kerang yang dibutuhkan} &= \text{Berat volume CK} \times \text{Kebutuhan Cangkang} \\ &\quad \text{Kerang} + \text{Faktor Pemadatan Mesin} \\ &= 1,146 \text{ gr/cm}^3 \times 19,20 \text{ cm}^3 + 35\% \\ &= 29,704 \text{ gram} \\ &= 0,030 \text{ Kg} \end{aligned}$$

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 <sup>3</sup>	Pasir Cm <sup>3</sup>	Cangkang Kerang Cm <sup>3</sup>	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)

<b>Prosentase campuran limbah cangkang kerang darah</b>	<b>Semen Cm<sup>3</sup></b>	<b>Pasir Cm<sup>3</sup></b>	<b>Cangkang Kerang Cm<sup>3</sup></b>	<b>Jumlah Semen (Kg)</b>	<b>Jumlah Pasir (Kg)</b>	<b>Jumlah Cangkang Kerang Darah (Kg)</b>
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 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

<b>Prosentase campuran limbah cangkang kerang darah</b>	<b>Semen Cm<sup>3</sup></b>	<b>Pasir Cm<sup>3</sup></b>	<b>Cangkang Kerang Cm<sup>3</sup></b>	<b>Jumlah Semen (Kg)</b>	<b>Jumlah Pasir (Kg)</b>	<b>Jumlah Cangkang Kerang Darah (Kg)</b>
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

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

Berjumlah 60 Buah

<b>Prosentase campuran limbah cangkang kerang darah</b>	<b>Semen Cm<sup>3</sup></b>	<b>Pasir Cm<sup>3</sup></b>	<b>Cangkang Kerang Cm<sup>3</sup></b>	<b>Jumlah Semen (Kg)</b>	<b>Jumlah Pasir (Kg)</b>	<b>Jumlah Cangkang Kerang Darah (Kg)</b>
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.



**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 (mm<sup>2</sup>)

### 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

<b>Material</b>	<b>Uji Material</b>	<b>Standar Pengujian</b>	<b>Standar Hasil Uji</b>	<b>Hasil Uji</b>	<b>Persyaratan</b>
SEMEN	- Semen + Cangkang Kerang 4% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 225 menit	ok
	- Semen + Cangkang Kerang 6% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 72 menit Waktu mengeras 195 menit	ok
	- Semen + Cangkang Kerang 8% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 195 menit	ok
	- Semen + Cangkang Kerang 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 <sup>3</sup>	1.23	ok
PASIR	- Berat volume pasir	SNI 03-4804-2014	1.0 - 1.8	1.49	ok
	- 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
	- 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

<b>Material</b>	<b>Uji Material</b>	<b>Standar Pengujian</b>	<b>Standar Hasil Uji</b>	<b>Hasil Uji</b>	<b>Persyaratan</b>
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

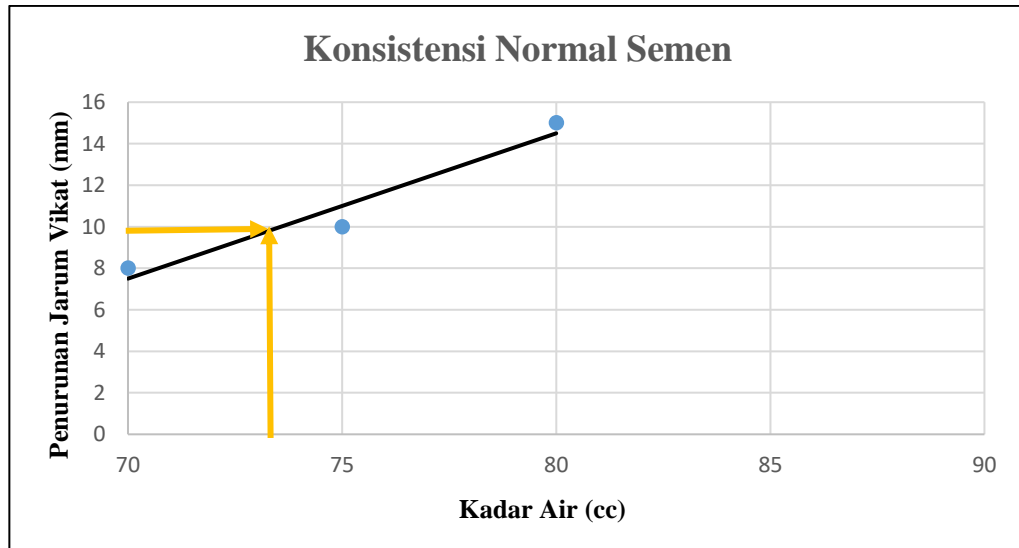
Besarnya Kadar air untuk membuat pasta semen dapat menggunakan jarum vikat tumpul pada permukaan semen. Konsistensi diperoleh tiap 30 detik penurunan jarum (mm). Pada data pengujian diharapkan dapat menentukan besarnya kadar air untuk mencapai penurunan 10 mm dapat menggunakan grafik konsistensi normal.

**Tabel 4. 2** Tabel Kebutuhan Material Pada Pengujian Konsistensi Normal

<b>Benda Uji</b>	<b>Semen (gr)</b>	<b>Cangkang kerang (gr)</b>
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

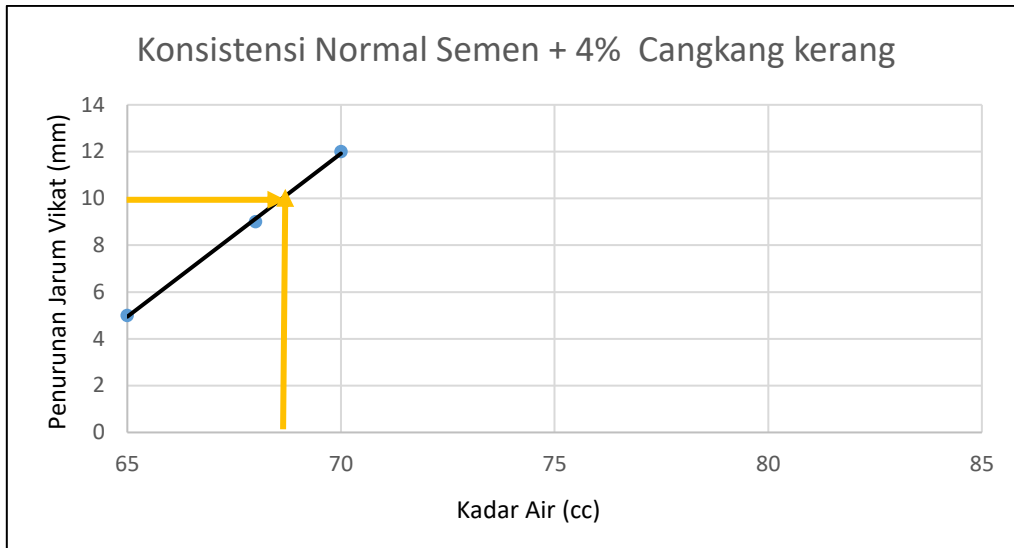
Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan tiga kali hasil pengujian menentukan kadar air normal untuk memperoleh penurunan 10 mm. maka dapat disimpulkan bahwa pengujian pertama menghasilkan konsistensi sebesar 28%, pengujian kedua menghasilkan konsistensi sebesar 30% dan pengujian ketiga menghasilkan konsistensi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



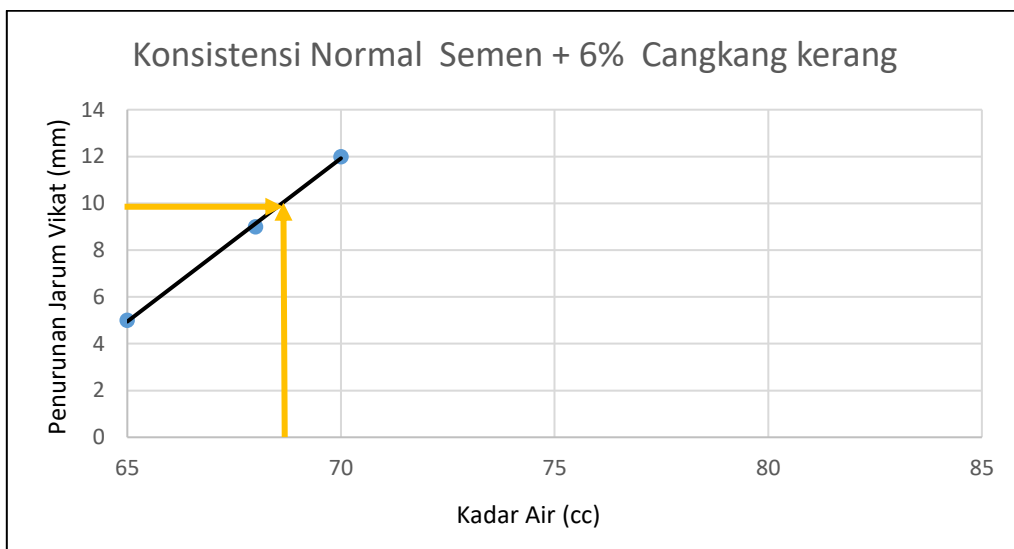


**Gambar 4.1** Konsistensi Normal Semen

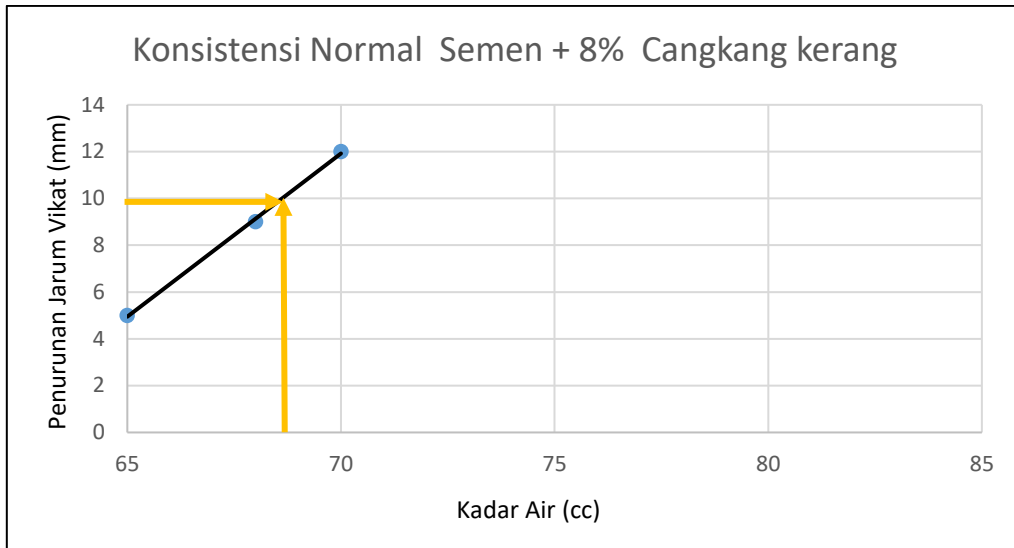
Berdasarkan Gambar 4.2 hingga 4.5 menunjukkan tiga kali hasil pengujian menentukan kadar air normal yang ditentukan dengan memperoleh penurunan jarum vikat sebesar 10 mm. Dari hasil uji konsistensi normal semen dengan campuran cangkang kerang menghasilkan konsistensi normal sebesar, 1) semen+4% cangkang 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.



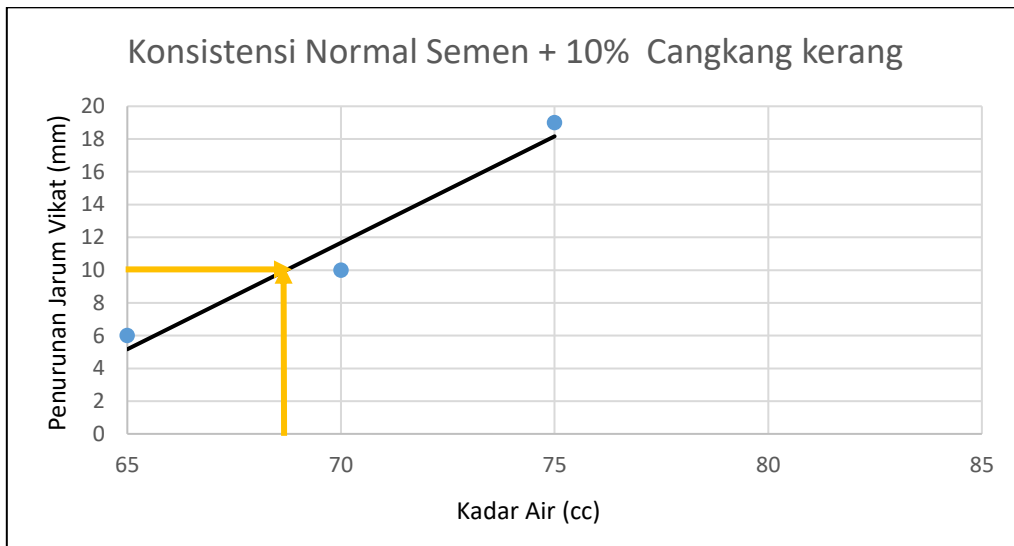
**Gambar 4.2** Konsistensi Normal Semen + 4% Cangkang Kerang



**Gambar 4.3** Konsistensi Normal Semen + 6% Cangkang Kerang



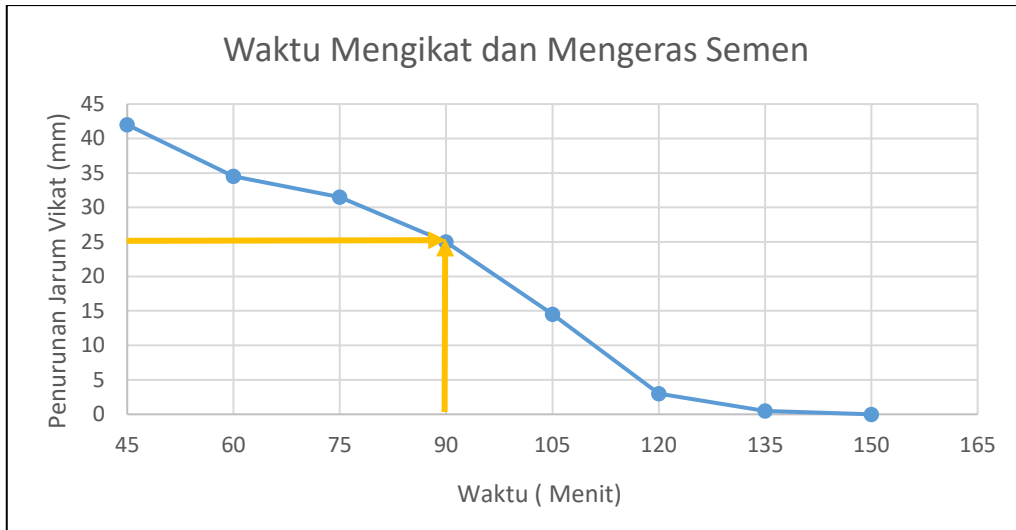
**Gambar 4. 4** Konsistensi Normal Semen + 8% Cangkang Kerang



**Gambar 4. 5** Gambar Konsistensi Normal Semen + 10% Cangkang Kerang

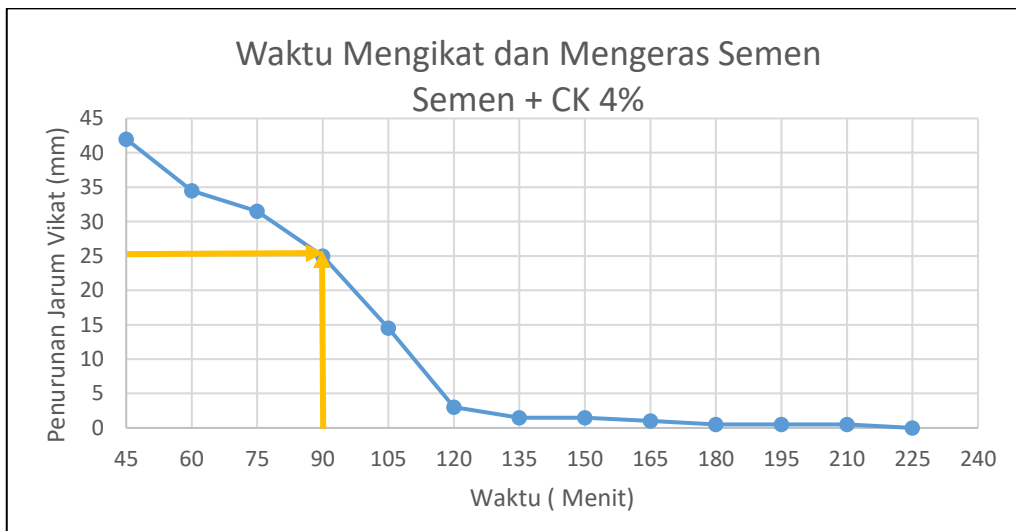
Berdasarkan hasil konsistensi normal semen tanpa campuran cangkang kerang dan menggunakan campuran cangkang kerang berdasarkan prosentase 4%, 6%, 8%, 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa kadar air untuk penggunaan campuran cangkang kerang lebih rendah kadar air dari pada campuran semen tanpa cangkang kerang.

#### 4.2.2 Pengujian Mengikat dan Mengeras Semen

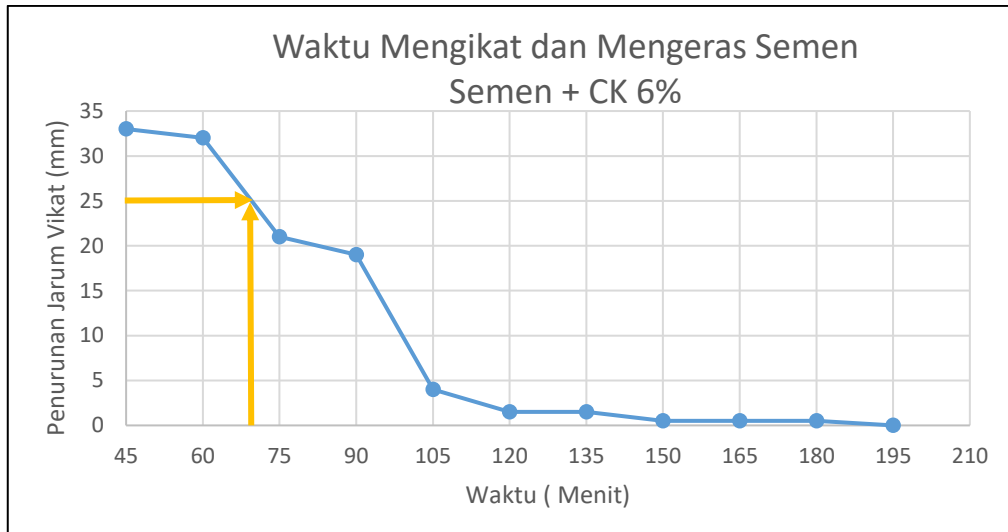


**Gambar 4.6** Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

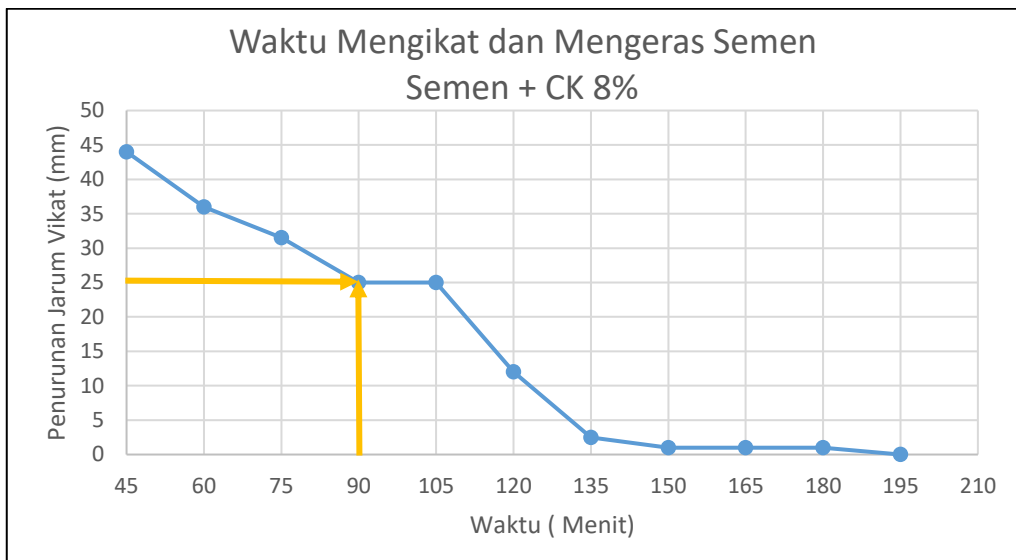
Dari hasil uji waktu mengikat dan mengeras pasta semen di ketahui bahwa semen mengikat pada menit 90 dan mengeras pada menit 150. Nilai tersebut didapat dari grafik uji waktu mengikat dan mengeras semen. Pada uji waktu mengikat dan mengeras semen menunjukkan bahwa waktu yang baik melakukan pencampuran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



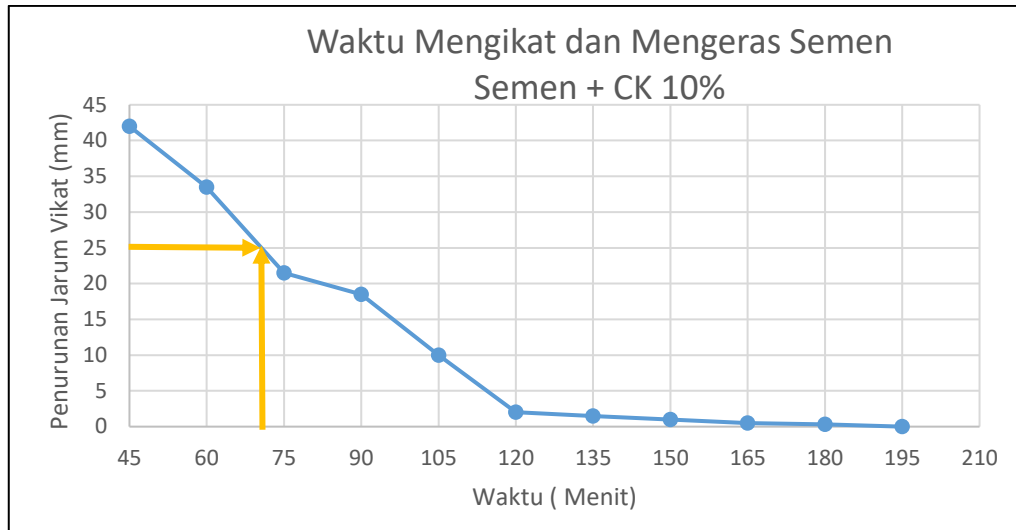
**Gambar 4.7** Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 4%



**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.

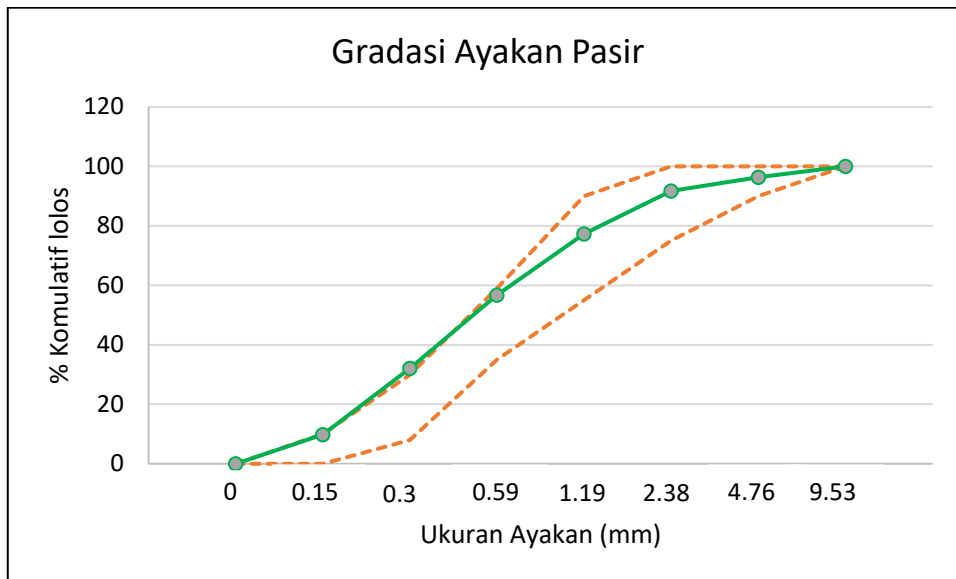
Berdasarkan hasil uji waktu mengikat dan mengeras semen dapat diketahui bahwa semen tanpa campuran cangkang kerang dan menggunakan campuran cangkang kerang berdasarkan prosentase 4%, 6%, 8%, 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa waktu mengikat semen dengan campuran cangkang kerang lebih cepat dibandingkan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

### 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

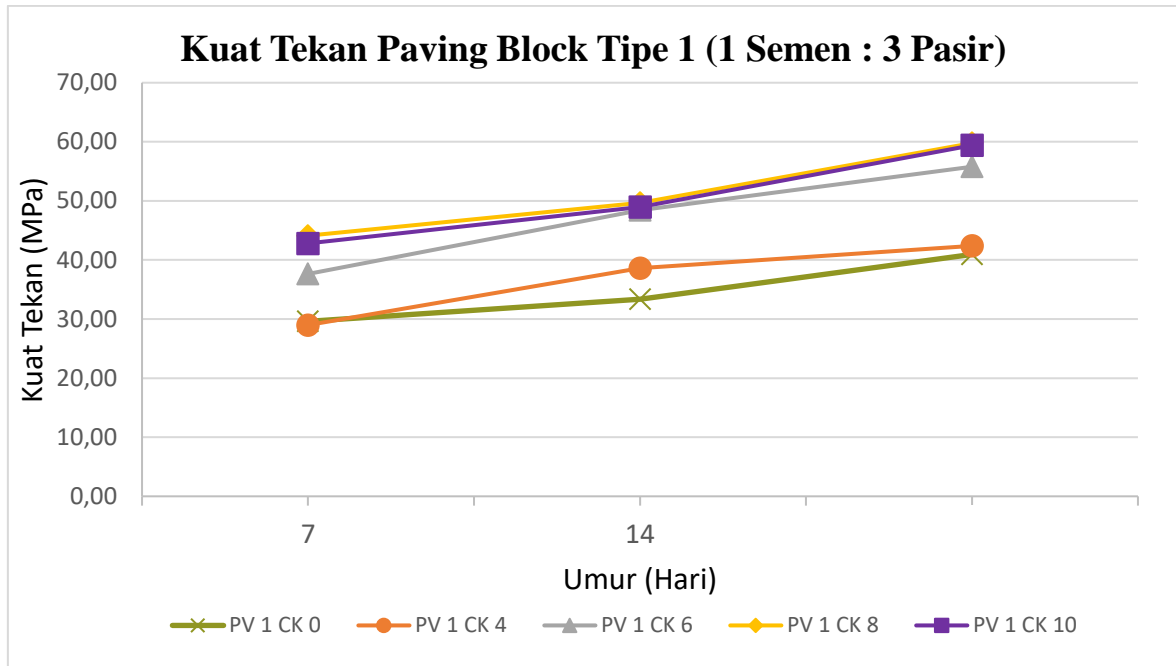
#### 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block

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





**Gambar 4. 14** Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir)

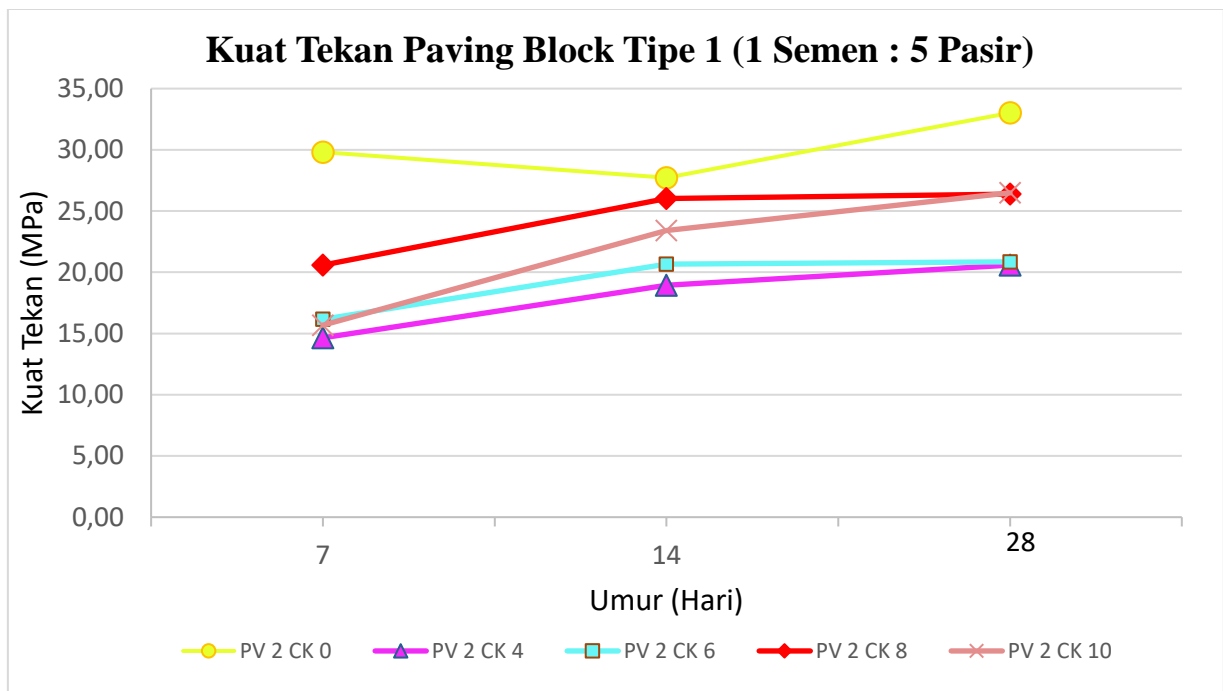
Hasil uji paving block pada Gambar 4.14 untuk tipe 1, yaitu campuran 1 semen : 3 pasir. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah proses perawatan dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil uji kuat tekan paving block tipe 1 usia 28 hari didapat nilai kuat tekan pada paving block normal PV1CK0 sebesar 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.

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

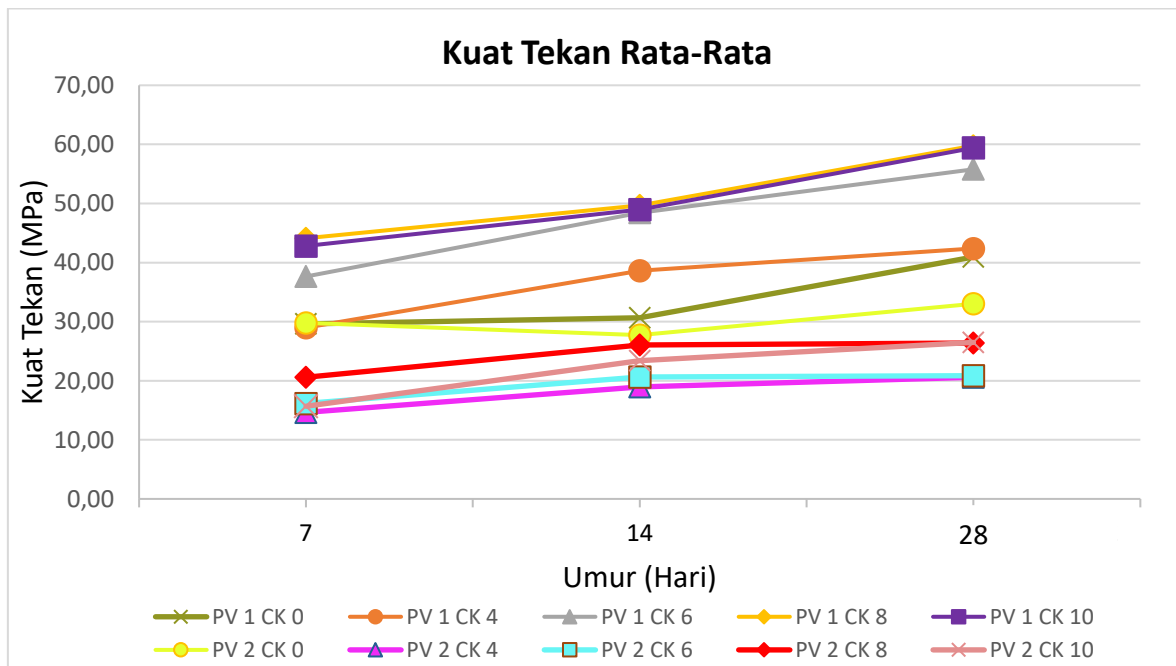
Benda Uji Campuran Cangkang Kerang (CK)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)		
	Usia 7 hari	Usia 14 hari	Usia 28 hari
PV2CK0	29,81	27,72	33,02
PV2CK4	14,65	18,78	20,59
PV 2CK6	16,16	20,66	20,85
PV 2CK8	20,59	26,12	26,38
PV2CK10	15,68	23,40	26,49



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

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%.

Dari hasil uji kuat tekan paving block tipe 2, dengan campuran cangkang kerang darah 4%, 6%, 8%, 10% termasuk dalam kategori mutu B dengan kuat tekan rata-rata 17-35 MPa. Paving block 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 pembentukan perkerasan paving block, sehingga menyebabkan nilai kuat tekan menurun.



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

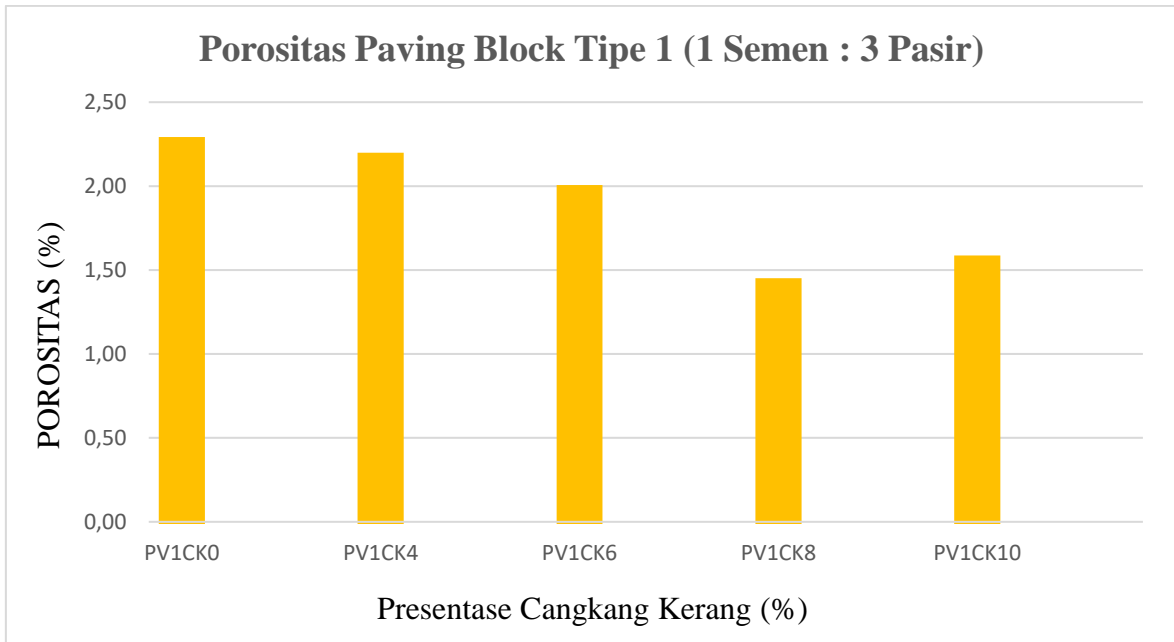
Dari Gambar 4.16 hasil kuat tekan rata-rata paving paving block, paving block tipe 1 terjadi peningkatan nilai kuat tekan dengan campuran cangkang kerang sampai PV1CK8 dan terjadi penurunan nilai kuat tekan dengan campuran cangkang kerang diatas PV1CK8, sedangkan nilai kuat tekan paving block tipe 2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

Dari Gambar 4.16 hasil kuat tekan rata-rata paving 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

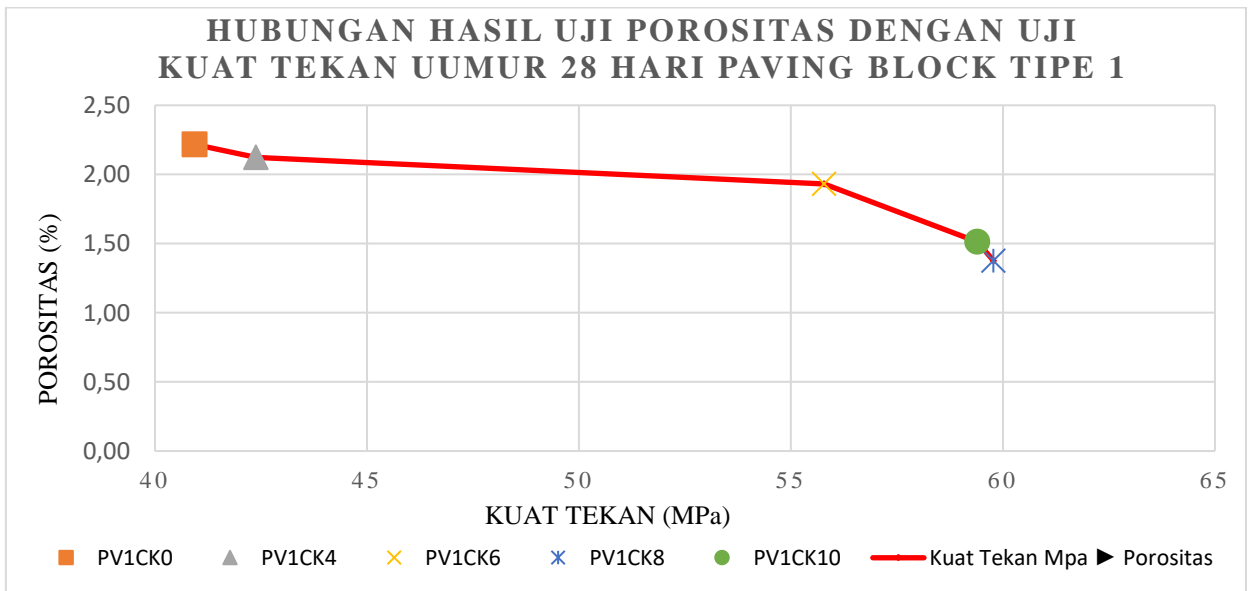
**Tabel 4. 5** Hasil Uji Porositas Paving Block Tipe 1

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)

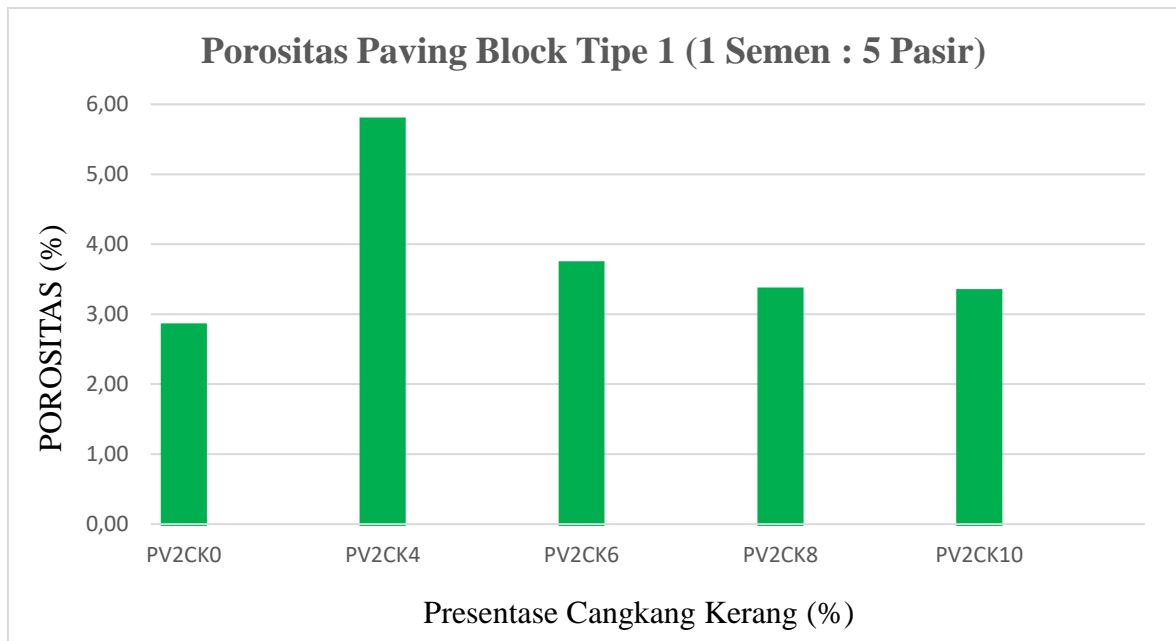
Berdasarkan hasil uji porositas umur 28 hari, paving block PV1CK0 mendapatkan nilai prosentase terbesar yaitu 2,22%, sedangkan nilai prosentase terkecil didapatkan pada paving block PV1CK8 sebesar 1,38%, Hal ini menunjukkan bahwa paving block PV2CK0 dan PV2CK4 dengan tingkat prosentase akan berbanding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

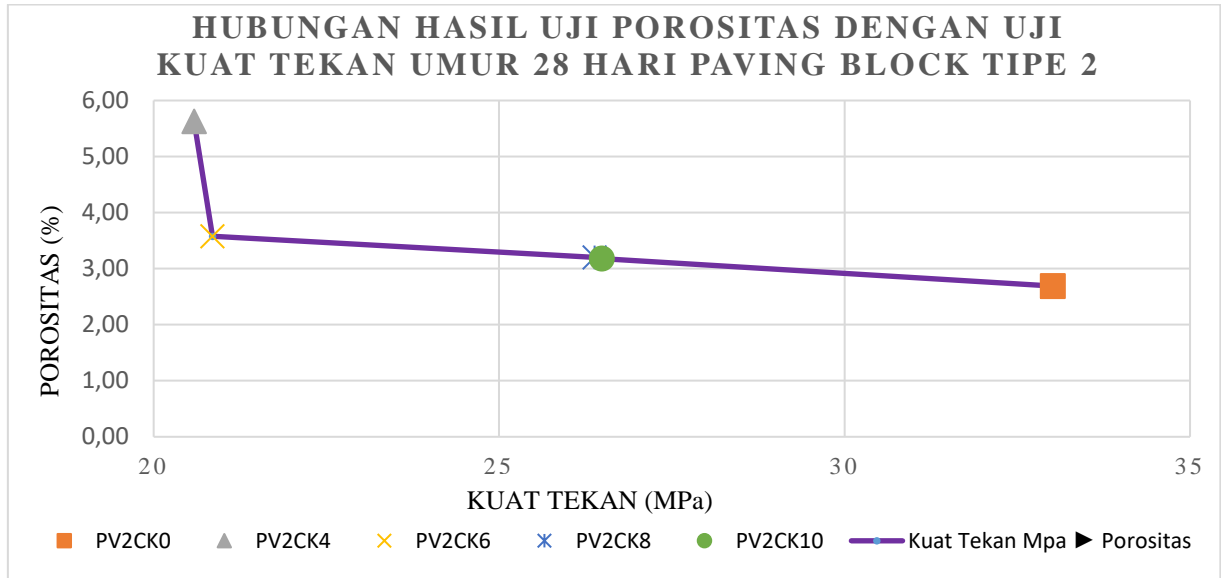
Benda Uji	Keadaan Basah (gr)	Keadaan Kering (gr)	Penyerapan (%)	Rata-Rata (%)
PV2CK0	3950	3855	2,46	2,69
	4000	3895	2,70	
	4070	3955	2,91	
PV2CK4	4030	3795	6,19	5,63
	3940	3740	5,35	
	3940	3740	5,35	
PV2CK6	4000	3840	4,17	3,58
	3930	3805	3,29	
	3940	3815	3,28	
PV2CK8	4210	4080	3,19	3,20
	4110	3985	3,14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

prosentasenya 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 hidrolik 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.



## Daftar Pustaka

- ACI Committe. (1989). *Building Code Requirements For Reinforced Concrete* Institute. Detroit
- Arini Sukma Damayanti dan Utari Khatulistiani. (2022). *Pemanfaatan Limbah Bata Ringan Sebagai Bahan Campuran Pasir Pada Pembuatan Paving Block*. *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, Vol. 10. No 2. Hal. 061-68.
- Arman A. dan Arsil Marta Saputra (2015). *Pengaruh Penambahan Kapur Padang Panjang Pengganti Semen untuk Beton Normal*, *Jurnal Momentum I*, Vol. 17, No.1.
- Astri Wahyuningtias dan Utari Khatulistiani. (2021). *Kekuatan Paving Block Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur*. *Jurnal Axial* Vol. 9. No 2. Hal. 125-132.
- ASTM International. 2001. ASTM C 128-01. *Standart Test Method For Density (Unit Weight) And Voids in Aggregate*. *United States*.
- ASTM International. 2002. ASTM C 40-99. *Standart Test Method For Organic Impurities In Fine*. *United States*.
- ASTM International. 2002. ASTM C 29. *Standart Practice Making and Curing Test Specimens In Field*. *United States*.
- ASTM International. 2004. ASTM C 187-04. *Test Method For Normal Consistency of Hydraulic Cement*. *United States*.
- ASTM International. 2003. ASTM C 33-03. *Test Method For Concrete Agregates*. *United States*.
- ASTM International. 2012. ASTM C 136-01. *Test Method For Sieve Analysis of Fine and Course Agregate*. *United States*.
- ASTM International. 2013. ASTM C 556-97. *Test Method For Evaporable Moisture Content of Agregate by Drying*. *United States*.
- Budiarini, A. (2005). *Studi Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Con Block*. Skripsi Fakultas Teknik Lingkungan, ITS Surabaya.

- Cakir, O ., Akoz, F., (2008). *Efect Of Curing Conditions On The Mortars With And Whitout GGBFS*, Construction and Building Materials, Vol. 22, Issue 3.
- Didik Harijanto, Akhmad Yusuf Zuhdi, dan Boedi Wibowo. (2012). *Studi Pemanfaatan Limbah PT Boma Bisma Indra Untuk Pembuatan Paving Block*. ISBN. 978-979-1834-0-9, 129-137. <https://atpw.files.wordpress.com/2013/03/b18-studi-pemanfaatan-limbah-pt-boma-bisma-indra.pdf>. Diakses pada 13 Juni 2023.
- Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan (Ditjen P2HP). (2012). *Laporan Akhir Tahun Direktorat Pengolahan Hasil Perikanan*. Jakarta : Kementrian Kelautan dan Perikanan
- Ghozali, H. A. (2018). Pengaruh Penggunaan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Paving Block Dengan Campuran Limbah Kerang Sebagai Subtitusi Semen. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Vol Nomor 1*, hal 45-55.
- Muhammad Fadil Ichsan. (2019). *Analisa Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan Paving Block Di Tinjau Dari Nilai Kuat Tekan Dan Serapan Air*. <https://repositori.uma.ac.id/jspui/handle/123456789/11015>. Diakses pada 24 September 2023.
- Maulanie , & dan Wibowo . (2004). "Bata Beton Berongga (*BATAKO*) Dengan Campuran Kulit Kerang". *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Perencanaan II 2004*. Program Studi D-III Teknik Sipil, FTSP. ITS Surabaya.
- Subani, W, M. Sahabi, W. Kastoro, A. Aznan, & N. Siti. (1989). *Potensi dan Penyebaran Moluska dan Teripang*. Direktorat Jenderal Perikanan. 2(1) : 10
- SK SNI T-04-1990-F Badan Standarisasi Nasional. 1990. *Standart Tata Cara pemasangan Blok Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan*. Jakarta.
- SNI 03-0691-1996. Departemen Pekerjaan Umum, 1996, Bata beton (Paving block). Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland* . Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Surya Prawatya. (2021). *Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pengganti Pasir Pada Pembuatan Paving Block*. Skripsi Fakultas Teknik

Sipil, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. <https://erepository.uwks.ac.id/10471/>.  
Diakses pada 13 Juni 2023.

Yuni Ulifiyati . (2019). Kajian Teknis dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Pada Produksi Paving Block Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Berkelanjutan. Era Revolusi Industri 4.0 Teknik Sipil dan Perencanaan.

Mohamad Habib Musa, dkk. (2022). *MANUFACTURE OF CONCRETE PAVER BLOCK USING WASTE MATERIALS AND BY-PRODUCTS: A REVIEW*. *International Jurnal of GEOMATE*, Vol.22, Issue 93, pp 9-19.

Kristono Nugroho, dkk. (2021). *Paving Block Investigation Using Waste Plastic, Used Oil, And Styrofoam with Different Variables*. *Journal of Applied Science and Advanced Technology Volume 4 No. 1*.

**LAMPIRAN 1**  
**HASIL PENGUJIAN SEMEN**

**Tabel 1.1 Hasil Uji Konsistensi Normal Semen**

a. Hasil pengujian konsistensi normal semen

No	Semen (gr)	Kadar Air (cc)	Penurunan Jarum 30 Detik (mm)
1	250	70	8
2	250	75	10
3	250	80	15

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{Kadar Air}}{\text{Semen}} \times 100\% = \frac{73,2}{250} \times 100\% = 29,28\%$$

b. Hasil pengujian konsistensi normal semen + Cangkang Kerang 4%

No	Semen (gr)	Cangkang Kerang (gr)	Kadar Air (cc)	Penurunan Jarum 30 Detik (mm)
1	240	10	65	5
2	240	10	68	9
3	240	10	70	12

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{Kadar Air}}{\text{Semen}} \times 100\% = \frac{68,7}{250} \times 100\% = 27,48\%$$

c. Hasil pengujian konsistensi normal semen + Cangkang Kerang 6%

No	Semen (gr)	Cangkang Kerang (gr)	Kadar Air (cc)	Penurunan Jarum 30 Detik (mm)
1	235	15	65	5
2	235	15	68	9
3	235	15	70	12

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{Kadar Air}}{\text{Semen}} \times 100\% = \frac{68,7}{250} \times 100\% = 27,48\%$$

d. Hasil pengujian konsistensi normal semen + Cangkang Kerang 8%

No	Semen (gr)	Cangkang Kerang (gr)	Kadar Air (cc)	Penurunan Jarum 30 Detik (mm)
1	230	20	65	3
2	230	20	68	9
3	230	20	70	15

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{Kadar Air}}{\text{Semen}} \times 100\% = \frac{68,7}{250} \times 100\% = 27,48\%$$

e. Hasil pengujian konsistensi normal semen + Cangkang Kerang 8%

No	Semen (gr)	Cangkang Kerang (gr)	Kadar Air (cc)	Penurunan Jarum 30 Detik (mm)
1	225	25	65	6
2	225	25	70	10
3	225	25	75	19

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{Kadar Air}}{\text{Semen}} \times 100\% = \frac{68,8}{250} \times 100\% = 27,52\%$$

**Tabel 1.2 Hasil Uji Waktu Mengikat dan Mengeras Semen**

a. Hasil pengujian waktu mengikat dan mengeras semen

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)
1	45	42
2	60	34,5
3	75	31,5
4	90	25
5	105	14,5
6	120	3
7	135	0,50
8	150	0

- Waktu Mengikat semen : 75 menit
- Waktu Mengeras Semen : 150 menit

b. Hasil pengujian waktu mengikat dan mengeras semen + Cangkang Kerang 4%

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)
1	45	42
2	60	34,5
3	75	31,5
4	90	25
5	105	14,5
6	120	3
7	135	1,5
8	150	1,5
9	165	1
10	180	0,5
11	195	0,5
12	210	0,5
13	225	0

- Waktu Mengikat semen : 90 menit
- Waktu Mengeras Semen : 225 menit

c. Hasil pengujian waktu mengikat dan mengeras semen + Cangkang Kerang 6%

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)
1	45	33
2	60	32
3	75	21
4	90	19
5	105	4
6	120	2
7	135	1,5
8	150	0,5
9	165	0,5
10	180	0,5
11	195	0

- Waktu Mengikat semen : 70 menit
- Waktu Mengeras Semen : 225 menit

d. Hasil pengujian waktu mengikat dan mengeras semen + Cangkang Kerang 8%

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)
1	45	44
2	60	36
3	75	31,5
4	90	25
5	105	25
6	120	12
7	135	2,5
8	150	1
9	165	1
10	180	1
11	195	0

- Waktu Mengikat semen : 90 menit
- Waktu Mengeras Semen : 225 menit



e. Hasil pengujian waktu mengikat dan mengeras semen + Cangkang Kerang 10%

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)
1	45	42
2	60	33,5
3	75	21,5
4	90	18,5
5	105	10
6	120	2
7	135	1,5
8	150	1
9	165	0,5
10	180	0,3
11	195	0

- Waktu Mengikat semen : 70 menit
- Waktu Mengeras Semen : 225 menit

**Tabel 1.3 Hasil Uji Berat Volume Semen**

<b>Pengujian Nomor</b>	<b>Tanpa Rojokan</b>	<b>Dengan Rojokan</b>
Berat Silinder (A)	900 gr	900 gr
Berat Silinder + CK (B)	2050 gr	2210 gr
Berat Pasir (B - A)	1150 gr	1310 gr
Volume Silinder (V)	1000 cm <sup>3</sup>	1000 cm <sup>3</sup>
Berat Volume (B - A)/V	1,15 gr/cm <sup>3</sup>	1,31 gr/cm <sup>3</sup>
Berat Volume Rata-Rata	1,23 gr/cm <sup>3</sup>	

$$\begin{aligned}\text{Berat Volume Semen} &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{2050-900}{1000} \\ &= 1,15 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Tanpa Rojokan:

$$\text{Berat Volume Semen} = \frac{(2050-900)}{1000} = 1,15 \text{ gr/cm}^3$$

Dengan Rojokan:

$$\text{Berat Volume Semen} = \frac{(2210-900)}{1000} = 1,31 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Volume Rata-Rata} = \frac{1,15+1,31}{2} = 1,23 \text{ gr/cm}^3$$

**LAMPIRAN 2**  
**HASIL PENGUJIAN PASIR**

**Tabel 2.1 Hasil Uji Berat Volumen Pasir**

<b>Pengujian Nomor</b>	<b>Tanpa Rojokan</b>	<b>Dengan Rojokan</b>
Berat Silinder (A)	3800 gr	3800 gr
Berat Silinder + Pasir (B)	7800 gr	8800 gr
Berat Pasir (B - A)	4000 gr	5000 gr
Volume Silinder (V)	3000 cm <sup>3</sup>	3000 cm <sup>3</sup>
Berat Volume (B - A)/V	1,33 gr/cm <sup>3</sup>	1,67 gr/cm <sup>3</sup>
Berat Volume Rata-Rata	1,50 gr/cm <sup>3</sup>	

$$\begin{aligned}\text{Berat Volume Pasir} &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{7800-3800}{3000} \\ &= 1,33 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Tanpa Rojokan:

$$\text{Berat Volume} = \frac{(7800-3800)}{3000} = 1,33 \text{ gr/cm}^3$$

Dengan Rojokan:

$$\text{Berat Volume} = \frac{(8800-3800)}{3000} = 1,67 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Volume Rata-Rata} = \frac{1,33+1,67}{2} = 1,50 \text{ gr/cm}^3$$

**Tabel 2.2 Hasil Uji Berat Jenis Pasir**

<b>Pengujian Nomor</b>	<b>1</b>
Berat Pasir SSD (A)	500 gr
Berat Labu + Pasir + Air (B)	465 gr
Berat Labu + Air (C)	775 gr
Berat Jenis Pasir	2,63 gr

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Pasir} &= \frac{A}{A-B+C} \\ &= \frac{500}{500-465+775} \\ &= 2,63 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

**Tabel 2.3 Hasil Uji Resapan Pasir**

<b>Pengujian Nomor</b>	<b>1</b>
Berat Pasir SSD	500 gr
Berat Pasir Oven (A)	490 gr
Kadar Air Resapan (%)	2,04 %

$$\begin{aligned} \text{Kadar Resapan Pasir} &= \frac{500-A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500-490}{490} \times 100\% \\ &= 2,04\% \end{aligned}$$

**Tabel 2.4 Hasil Uji Kelembapan Pasir**

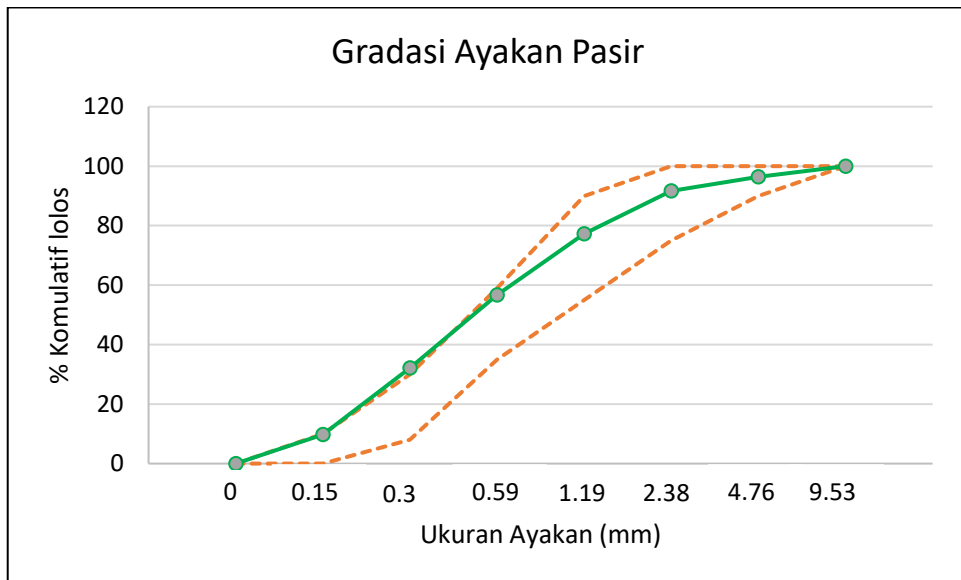
<b>Pengujian Nomor</b>	<b>1</b>
Berat Pasir Asli (B)	500 gr
Berat Pasir Oven (A)	494 gr
Kelembapan Pasir (%)	1,2 %

$$\begin{aligned} \text{Kelembapan Pasir} &= \frac{B-A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500-494}{494} \times 100\% \\ &= 1,2\% \end{aligned}$$

**Tabel 2.5 Hasil Uji Analisa Gradasi Pasir**

Saringan		Yang Tertinggal Pada Saringan		% Kumulatif	
No	Mm	Gram	%	Tertinggal	Lolos
4	4,76	36	3,6	3,6	96,4
8	2,38	47	4,7	8,3	91,7
16	1,19	144	14,4	22,7	77,3
30	0,59	206	20,6	43,3	56,7
50	0,297	246	24,6	67,9	32,1
100	0,149	223	22,3	90,2	9,8
Pan	0:00	98	9,8	100	0
Jumlah		1000	100	336	364
Modulus kehalusan:				3.36	

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\% \text{ Kumulatif Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{336}{100} \\
 &= 3,36\%
 \end{aligned}$$



Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa lengkung ayakan berada pada *grading zone 2* dengan nilai modulus kehalusan sebesar 3,36%.

**LAMPIRAN 3**  
**HASIL UJI KUAT TEKAN PAVING BLOCK**

**Tabel 3.1 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block 1 Semen : 3 Pasir Usia 7 Hari**

No	Benda Uji	Berat (Kg)	Beban Maksimum (kN)	Hasil Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Hasil Kuat Tekan (MPa)	Rata2 Kuat Tekan (MPa)
1	PV1CK0	3,880	470	256,47	25,15	29,61
		3,885	595	324,69	31,84	
		3,900	595	324,69	31,84	
2	PV1CK4	3,940	420	229,19	22,48	28,99
		3,940	475	259,20	25,42	
		3,945	730	398,35	39,07	
3	PV1CK6	4,040	790	431,09	42,28	37,64
		4,035	665	362,88	35,59	
		4,095	655	357,43	35,05	
4	PV1CK8	4,075	890	485,66	47,63	44,11
		4,020	795	433,82	42,54	
		4,185	788	430,00	42,17	
5	PV1CK10	3,930	725	395,63	38,80	42,81
		3,935	865	472,02	46,29	
		3,935	810	442,01	43,35	

**Tabel 3.2 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block 1 Semen : 5 Pasir Usia 7 Hari**

No	Benda Uji	Berat (Kg)	Beban Maksimum (kN)	Hasil Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Rata2 Kuat Tekan (Mpa)
1	PV2CK0	3,900	608	331,78	32,54	29,81
		3,830	543	296,31	29,06	
		3,850	520	283,76	27,83	
2	PV2CK4	3,870	276	150,61	14,77	14,65
		3,800	296	161,52	15,84	
		3,740	249	135,88	13,33	
3	PV2CK6	3,850	319	174,08	17,07	16,16
		3,600	290	158,25	15,52	
		3,670	297	162,07	15,89	
4	PV2CK8	3,920	382	208,45	20,44	20,59
		3,950	442	241,19	23,65	
		3,800	330	180,08	17,66	
5	PV2CK10	3,770	318	173,53	17,02	15,68
		3,710	209	114,05	11,18	
		3,780	352	192,08	18,84	



**Tabel 3.3 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block 1 Semen : 3 Pasir Usia 14 Hari**

No	Benda Uji	Berat (Kg)	Beban Maksimum (kN)	Hasil Kuat Tekan (Kg/Cm2)	Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Rata2 Kuat Tekan (Mpa)
1	PV1CK0	4,013	655	357,43	35,05	30,66
		3,995	491	267,93	26,28	
		0,000	483	263,57	25,85	
2	PV1CK4	3,945	680	371,07	36,39	38,60
		4,005	700	381,98	37,46	
		3,980	784	427,82	41,96	
3	PV1CK6	4,105	895	488,39	47,90	48,45
		4,150	901	491,67	48,22	
		4,295	920	502,03	49,23	
4	PV1CK8	4,290	880	480,21	47,09	49,66
		4,295	901	491,67	48,22	
		4,305	1003	547,33	53,68	
5	PV1CK10	3,970	910	496,58	48,70	48,98
		4,030	913	498,21	48,86	
		4,040	923	503,67	49,39	

**Tabel 3.4 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block 1 Semen : 5 Pasir Usia 14 Hari**

No	Benda Uji	Berat (Kg)	Beban Maksimum (kN)	Hasil Kuat Tekan (Kg/Cm2)	Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Rata2 Kuat Tekan (Mpa)
1	PV2CK0	3,940	534	291,40	28,58	27,72
		3,950	502	273,94	26,86	
		3,950	661	360,70	35,37	
2	PV2CK4	3,900	338	184,44	18,09	18,94
		3,890	386	210,64	20,66	
		3,910	338	184,44	18,09	
3	PV2CK6	3,850	369	201,36	19,75	20,66
		3,850	352	192,08	18,84	
		3,840	437	238,47	23,39	
4	PV2CK8	3,920	512	279,39	27,40	26,03
		3,950	492	268,48	26,33	
		3,990	455	248,29	24,35	
5	PV2CK10	3,980	524	285,94	28,04	23,40
		3,920	411	224,28	21,99	
		3,980	377	205,73	20,18	

**Tabel 3.5 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block 1 Semen : 3 Pasir Usia 28 Hari**

No	Benda Uji	Berat (Kg)	Beban Maksimum (kN)	Hasil Kuat Tekan (Kg/Cm2)	Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Rata2 Kuat Tekan (Mpa)
1	PV1CK0	3,835	639	348,70	34,20	40,94
		3,965	891	486,21	47,68	
		3,980	965	526,59	51,64	
2	PV1CK4	4,120	897	489,48	48,00	42,38
		4,180	870	474,75	46,56	
		4,105	609	332,33	32,59	
3	PV1CK6	4,300	974	531,50	52,12	55,78
		4,300	1037	565,88	55,49	
		4,300	1116	608,99	59,72	
4	PV1CK8	4,525	1041	568,06	55,71	59,78
		4,595	1198	653,74	64,11	
		4,565	1112	606,81	59,51	
5	PV1CK10	4,470	1126	614,45	60,26	59,40
		4,205	1157	631,36	61,92	
		4,240	1047	571,34	56,03	

**Tabel 3.6 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block 1 Semen : 5 Pasir Usia 28 Hari**

No	Benda Uji	Berat (Kg)	Beban Maksimum (kN)	Hasil Kuat Tekan (Kg/Cm2)	Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Rata2 Kuat Tekan (Mpa)
1	PV2CK0	4,090	563	307,22	30,13	33,02
		4,000	671	366,16	35,91	
		3,970	583	318,14	31,20	
2	PV2CK4	3,950	358	195,36	19,16	20,59
		3,990	419	228,64	22,42	
		4,090	377	205,73	20,18	
3	PV2CK6	4,010	399	217,73	21,35	20,85
		4,050	387	211,18	20,71	
		3,960	383	209,00	20,50	
4	PV2CK8	4,120	483	263,57	25,85	26,38
		4,190	501	273,39	26,81	
		4,110	495	270,12	26,49	
5	PV2CK10	4,000	500	272,84	26,76	26,49
		4,180	468	255,38	25,04	
		4,120	517	282,12	27,67	



**LAMPIRAN 4**  
**HASIL UJI POROSITAS PAVING BLOCK**

**Tabel 4.1 Hasil Uji Porositas Paving Block 1 Semen : 3 Pasir Usia 28 Hari**

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	

**Tabel 4.2 Hasil Uji Porositas Paving Block 1 Semen : 5 Pasir Usia 28 Hari**

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	

**LAMPIRAN 5**  
**DOKUMENTASI PELAKSANAAN KEGIATAN PENELITIAN**

## DOKUMENTASI PENGUJIAN MATERIAL SEMEN DAN CANGKANG KERANG



**Gambar 1.** Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen



**Gambar 2.** Pengujian Konsistensi Normal Semen



**Gambar 3.** Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang



**Gambar 4.** Pengujian Konsistensi Normal Semen + Cangkang Kerang



**Gambar 5.** Pengujian Berat Jenis Cangkang Kerang



**Gambar 6.** Pengujian Berat Volume Cangkang Kerang



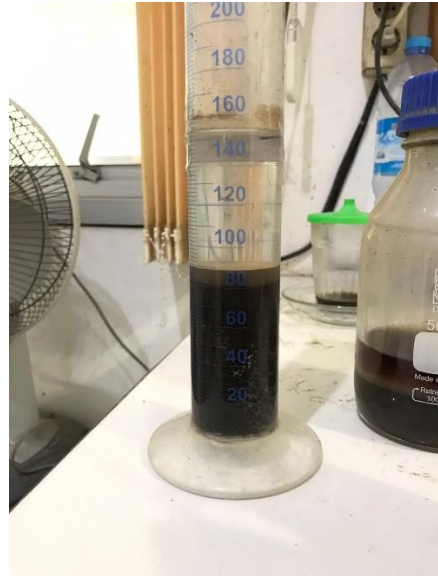
**Gambar 1.7** Pengujian Berat Volume Semen



## DOKUMENTASI PENGUJIAN MATERIAL PASIR



**Gambar 8.** Pengujian Analisa Gradasi Pasir



**Gambar 9.** Pengujian Kadar Lumpur Pasir



**Gambar 10.** Pengujian Berat Volume Pasir



**Gambar 11.** Pengujian Kebersihan pasir terhadap bahan organik

## DOKUMENTASI PEMBUATAN BENDA UJI PAVING BLOCK



**Gambar 12.** Persiapan dan Penakaran Material di Ruang Operator



**Gambar 13.** Pemindahan Material dengan *Conveyor*



**Gambar 14.** Pencampuran Material didalam *Mixer*



**Gambar 15.** Pemindahan Campuran Material kedalam *Block Making Machine*



**Gambar 16.** *Pellet* Penempatan Paving Block



**Gambar 17.** *Pencetakan Material Paving block* Pada *Block Moulding*



**Gambar 18.** Pemindahan Paving Block menggunakan *Stacking Machine*



**Gambar 19.** Pemindahan Paving Block Menggunakan *Forklift*



**Gambar 20.** Proses Curing Paving Block



**Gambar 21.** Pengecekan Ukuran Hasil Pembuatan Paving Block



**Gambar 22.** Pengecekan Ukuran Hasil Pembuatan Paving Block



**Gambar 23.** Pengecekan Ukuran Hasil Pembuatan Paving Block

DOKUMENTASI UJI KUAT TEKAN PAVING BLOCK 1 SEMEN : 3 PASIR  
UMUR 7 HARI



**Gambar 24. PV1CK0**



**Gambar 25. PV1CK4**



**Gambar 26. Kehancuran PV1CK0**



**Gambar 27. Kehancuran PV1CK4**



**Gambar 28. PV1CK6**



**Gambar 29. PV1CK8**



**Gambar 30. Kehancuran PV1CK6**



**Gambar 31. Kehancuran PV1CK8**



**Gambar 32. PV1CK10**



**Gambar 33. Kehancuran PV1CK10**

DOKUMENTASI UJI KUAT TEKAN PAVING BLOCK 1 SEMEN : 3 PASIR  
UMUR 14 HARI



**Gambar 34. PV1CK0**



**Gambar 35. Kehancuran PV1CK0**



**Gambar 36. PV1CK4**



**Gambar 37. Kehancuran PV1CK4**



**Gambar 38. PV1CK6**



**Gambar 39. Kehancuran PV1CK6**



**Gambar 40.** PV1CK8



**Gambar 41.** Kehancuran PV1CK8



**Gambar 42.** PV1CK10



**Gambar 43.** Kehancuran PV1CK10

DOKUMENTASI UJI KUAT TEKAN PAVING BLOCK 1 SEMEN : 3 PASIR  
UMUR 28 HARI



**Gambar 44.** PV1CK0



**Gambar 45.** Kehancuran PV1CK0



**Gambar 46.** PV1CK4



**Gambar 47.** Kehancuran PV1CK4



**Gambar 48.** PV1CK6



**Gambar 49.** Kehancuran PV1CK6





**Gambar 50. PV1CK8**



**Gambar 51. Kehancuran PV1CK8**



**Gambar 52. PV1CK10**



**Gambar 53. Kehancuran PV1CK10**

DOKUMENTASI UJI KUAT TEKAN PAVING BLOCK 1 SEMEN : 5 PASIR  
UMUR 7 HARI



**Gambar 54.** PV2CK0



**Gambar 55.** Kehancuran PV2CK0



**Gambar 56.** PV2CK4



**Gambar 57.** Kehancuran PV2CK4



**Gambar 58.** PV2CK6



**Gambar 59.** Kehancuran PV2CK6



**Gambar 60. PV2CK8**



**Gambar 61. Kehancuran PV2CK8**



**Gambar 62. PV2CK10**



**Gambar 63. Kehancuran PV2CK10**

DOKUMENTASI UJI KUAT TEKAN PAVING BLOCK 1 SEMEN : 5 PASIR  
UMUR 14 HARI



**Gambar 64.** PV2CK0



**Gambar 65.** Kehancuran PV2CK0



**Gambar 66.** PV2CK4



**Gambar 67.** Kehancuran PV2CK4



**Gambar 68.** PV2CK6



**Gambar 69.** Kehancuran PV2CK6



**Gambar 70.** PV2CK8



**Gambar 71.** Kehancuran PV2CK8



**Gambar 72.** PV2CK10



**Gambar 73.** Kehancuran PV2CK10

DOKUMENTASI UJI KUAT TEKAN PAVING BLOCK 1 SEMEN : 5 PASIR  
UMUR 28 HARI



**Gambar 74.** PV2CK0



**Gambar 75.** Kehancuran PV2CK0



**Gambar 76.** PV2CK4



**Gambar 77.** Kehancuran PV2CK4



**Gambar 78.** PV2CK6



**Gambar 79.** Kehancuran PV2CK6



**Gambar 80. PV2CK8**



**Gambar 81. Kehancuran PV2CK8**



**Gambar 82. PV2CK10**



**Gambar 83. Kehancuran PV2CK10**



**Gambar 84. Proses Pengujian Kuat Tekan Paving Block**

DOKUMENTASI UJI POROSITAS PAVING BLOCK UMUR 28 HARI



**Gambar 85.** Proses Perendaman Paving Block



**Gambar 86.** Perendaman Paving Block Selama 24 Jam



**Gambar 87.** Proses Pengovenan Paving Block



**Gambar 88.** Pengovenan Paving Block Selama 24 jam



**Gambar 89.** Penimbangan Paving Block Basah Setelah Perendaman



**Gambar 90.** Penimbangan Paving Kering Setelah Dioven



**LAMPIRAN 6**  
**HASIL TES KIMIA SEMEN**



PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.  
South Quarter Tower A Lt. 19-20  
Jl. RA Kartini Kav. 8, Jakarta Selatan 12430, Indonesia

p. +62 21 5261174-5  
f. +62 21 5261176

## CERTIFICATE OF QUALITY (COQ)

PRODUCED BY : TUBAN PLANT

Certificate No : CD202311782 /07/SP

Brand : SprintPro



Date Produce : 01/05/2023  
To : 31/05/2023

QUALITY PARAMETERS				PORTLAND CEMENT TYPE I			
I. CHEMICAL COMPOSITION :				UNIT	TESTING METHOD	TEST RESULT	SPECIFICATION
1	Silicon Dioxide	SiO <sub>2</sub>	%	SNI 2049 : 2015	19.23	-	
2	Aluminium Oxide	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	SNI 2049 : 2015	5.40	-	
3	Ferric Oxide	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	SNI 2049 : 2015	3.37	-	
4	Calcium Oxide	CaO	%	SNI 2049 : 2015	64.60	-	
5	Magnesium Oxide	MgO	%	SNI 2049 : 2015	2.16	max. 6.00	
6	Sulfur Trioxide	SO <sub>3</sub>	%	SNI 2049 : 2015	2.11	max. 3.00	
7	Loss On Ignition	LOI	%	SNI 2049 : 2015	2.46	max. 5.00	
8	Free Lime	FCaO	%	SNI 2049 : 2015	1.38	-	
9	Insoluble Residue	IR	%	SNI 2049 : 2015	0.44	max. 3.00	
10	Total Alkali	Na <sub>2</sub> O + 0.658K <sub>2</sub> O	%	SNI 2049 : 2015	0.45	max. 0.60 *)	
II. PHYSICAL PROPERTIES :							
1	Fineness :						
	- Air permeability test with Blaine App.		m <sup>2</sup> /kg	SNI 2049 : 2015	346	min. 280	
2	Time of setting (Vicat test) :						
	- Initial set		minutes	SNI 2049 : 2015	126	min. 45	
	- Final set		minutes	SNI 2049 : 2015	253	max. 375	
3	Compressive strength :						
	- 3 days		kg/cm <sup>2</sup>	SNI 2049 : 2015	251	min. 135	
	- 7 days		kg/cm <sup>2</sup>	SNI 2049 : 2015	334	min. 215	
	- 28 days		kg/cm <sup>2</sup>	SNI 2049 : 2015	457	min. 300	
4	Soundness (Autoclave 's Method) :						
	- Expansion		%	SNI 2049 : 2015	0.037	max. 0.80	
5	False Set, Final penetration		%	SNI 2049 : 2015	63.43	min. 50 **)	
6	Air content of mortar		%	SNI 2049 : 2015	-	max. 12	
7	Specific gravity		g/cm <sup>3</sup>	SNI 2049 : 2015	3.1226	-	

We certifying that the cement described above is compliance with specification of SNI 2049:2015 (Type I)

Note :

\*) Additional chemical requirements

\*\*) Additional physical requirements

TUBAN , 14-JUL-23



SM OF TUBAN & GRESIK QA

In accordance to the regulation applied in PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk,  
all digitally signed documents no longer need manual signature verification

ALIGNED BY  
CHATUR FEBRIANTO, ST



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

## BIOADATA PENULIS



Fajri Agus Nugroho, Penulis lahir di Gresik, 30 Agustus 2001, merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Muhajirin Surabaya, SD Negeri Pakis VIII Surabaya, SMP Al-Falah Deltasari Sidoarjo, SMK Negeri 5 Surabaya lulus pada tahun 2020. Penulis mengikuti ujian masuk S1-Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan diterima di Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik pada tahun 2020 dan terdaftar dengan NPM 20110030. Penulis lulus dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tahun 2024. Saat kuliah, Penulis aktif di organisasi mahasiswa di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil periode 2021 sampai 2023. Tahun 2023, penulis mengikuti Lomba Kuat Tekan Beton Tingkat Nasional yang diadakan oleh Universitas Kristen Petra Surabaya, dan lolos sebagai Finalis 10 besar. Penulis lulus dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tahun 2024 dengan judul Tugas Akhir “Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Cangkang Kerang (*Anadara Granosa*) Sebagai Variasi Campuran Dengan Semen”. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan juga bagi penulis sendiri.