

**PENAMBAHAN ABU TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUAT  
TEKAN *PAVING BLOCK***



**WAHYU SAPUTRA**

**5415107562**

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam  
memperoleh gelar Sarjana

**PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2017**

## ABSTRAK

WAHYU SAPUTRA. **Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*** Skripsi. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta 2017.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan bahan tambah abu tempurung kelapa pada *paving block* terhadap syarat mutu yang ditetapkan dalam SNI 03-0691-1996 yang meliputi sifat tampak, ukuran, penyerapan air dan kuat tekan. Abu tempurung kelapa ini dihasilkan dari pembakaran pada suhu 800°C. Proporsi yang digunakan adalah 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% dari berat semen.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2016 dengan metode eksperimen sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pembuatan Benda Uji dilakukan di pabrik PD.MAJU PUTRI, Jalan Raya Kavling 1 No 45, Cipayung Jak-Tim. Jenis paving block yang digunakan adalah *paving block* dengan dimensi 21cm x 10,5cm x 8 cm, dengan perbandingan semen dan pasir 1:3 dengan jumlah sampel sebanyak 40 buah.

Hasil dari penelitian ini untuk kuat tekan terdapat waktu perendaman 14 dan 28 hari. Kelompok 14 hari 0%, 5%, 7%, 8% masuk dalam mutu kelas III dengan nilai kuat tekan 0% (12,61 MPa), 5% (15,63 MPa), 7% (14,34 MPa), dan 8% (12,66 MPa), sedangkan pada kelompok 6% (20,37 MPa) masuk dalam mutu kelas II. Pada Klompok 28 hari 0%, 5%, 7%, 8% masuk dalam kelas mutu II dengan nilai kuat tekan 0% ( 27,93 MPa), 5% ( 29,09 MPa) 7% (19,27 MPa) 8% (17,93 MPa), sedangkan nilai yang paling optimum terdapat pada kelompok 6% dengan kuat tekan rata-rata (37,68 MPa) masuk kelas mutu I pada perendaman 28 hari. Pada pengujian penyerapan air didapatkan nilai rata-rata untuk kelompok 14 hari 0% (4,5%), 5%(4,98%), 6%(3,26%), 7%(4,53%), 8% (6,72%). Untuk kelompok 28 hari 0%(4,07), 5%(4,39), 6%(3,06%), 7%(4,95%), 8%(6,32%). Dari hasil tersebut rata-rata penyerapan air masuk ke dalam kelas mutu B.

## ABSTRACT

WAHYU SAPUTRA. *Study on Addition Coconut Shell ash on Paving Block Thesis*. Jakarta: Department of civil engineering, Faculty of engineering, State University of Jakarta 2017.

*The study aims to find out the influence of the use of grey add coconut shell on paving block against the requirement of quality set out in SNI 03-0691-1996 which includes the nature, size, moisture absorption and powerful press. Ash is produced from coconut shell burning at a temperature of 800°C. The proportion used is 0%, 5%, 6%, 7% and 8% of the cement weight.*

*The study was conducted in Laboratory Test Materials Research Department Civil Engineering State University Of Jakarta. The time the study was conducted in August 2016 with experimental methods in accordance with Indonesia's National Standard (SNI). Making a test done at the factory PD.MAJU PUTRI, Highway 45, 1 No Kavling Cipayung Jak-Team. This type of paving block used was paving block brick-shaped with dimensions of up to 21cm x 10,5cm x 8cm, with a comparison of cement and sand 1:3 by the number of samples as much as 40 fruit.*

*The results of this research to powerful press time soaking 14 and 28 days. The Group of 14 days 0%, 5%, 7%, 8% fall into the quality of class III with a value of strong press 0% (12.61 MPa), 5% (15.63 MPa), 7% (14.34 MPa), and 8% (12.66 MPa), whereas in the Group 6% (20.37 MPa) included in class II quality. Klompok 28 days at 0%, 5%, 7%, 8% fall into the quality class II with strong values press 0% (27.93 MPa), 5% (29.09 MPa) 7% (19.27 MPa) 8% (17.93 MPa), while the optimum is found in the Group of 6% with strong press average (37.68 MPa) quality class i. entry on testing the absorption of water obtained average value for the Group of 14 days 0% (4.5%), 5%(4,98%), 6%(3.26%) 7%(4.53%), 8% (6.72%). For the Group of 28 days 0%(4.07), 5%(4,39), 6%(3.06%), 7%(4.95%), 8%(6.32%). The result of the average absorption of water entry into the quality class B*

## HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Wahyu Saputra  
No.Registrasi : 5415107562  
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan  
Judul Skripsi : “Penambahan Abu Tempurung Kelapa terhadap Kuat tekan  
*Paving Block*”

Jakarta, 12 April 2017

Mengetahui,

Pembimbing I



Drs. Prihantono, M. Eng

NIP.19611104 198703 1 003

Pembimbing II



Dr. Gina Bachtiar, MT

NIP.19600415 198602 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Prihantono, M.Eng (Dosen Pembimbing Materi)		2/6-17 .....
Dr. Gina Bachtiar, MT (Dosen Pembimbing Metodologi)		05-06-2017 .....

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
R.Eka Murtinugraha, M.Pd (Dosen Ketua Sidang)	 	2/6-2017 .....
Anisah, MT (Dosen Penguji I)		5/6 2017 .....
Dra. Daryati, MT (Dosen Penguji II)		5/6-2017 .....

Tanggal Lulus : 12 April 2017

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 12 April 2017

Yang Bertanda Tangan



Wahyu Saputra

5415107562

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena izin dan kehendaknya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul ” Penambahan Abu Tempurung Kelpa Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*” yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Bangunan pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Keterbatasan kemampuan saya dalam penelitian ini, menyebabkan saya sering menemukan kesulitan. Oleh karena itu skripsi ini tidaklah terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. Maka sehubungan dengan hal tersebut, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. ALLOH S.W.T karena atas segala rahmatnya dan inayah-nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedu orang tua tercinta, Ibunda Ismunah dan Ayahanda Romli yang selalu menyemangati disaat letih dan memberikan kebaikan disetiap doa dan kasih sayangnya, dukungan moril dan materil serta motivasi.
3. R. Eka Murti Nugraha, M.Pd. selaku penasehat akademik
4. R. Eka Murti Nugraha, M.Pd. selaku Ketua Program Studi S1 Pendidikan Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
5. Drs. Prihantono, M. Eng. Selaku pembimbing I materi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, sumbangan pikiran, saran dan refrensi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Dr. Gina Bachtiar, MT. selaku Dosen Pembimbing II metodologi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
7. R. Eka Murti Nugraha, M.Pd. selaku Dosen ketua penguji Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
8. Anisah, MT. selaku Dosen Penguji I Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
9. Dra. Daryati, MT selaku Dosen Penguji II Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

10. Ratman, selaku Kepala Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta.
11. Teman-teman pendopo sipil (baik senior, seangkatan maupun junior) yang selalu memberi motivasi dan masukan untuk skripsi saya.
12. Seluruh pihak yang membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama penulis melaksanakan penelitian skripsi dan penyusunan laporan skripsi.

Terimakasih juga saya ucapkan kepada saudara dan kaka saya semua yang tercinta, Ade Setiawan, dan Eko Heru P, Sendang Priyatin, Istiqomah yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moril dan materil dalam penyelesaian skripsi ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, untuk itu saya mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari isi maupun tulisan. Akhir kata, saya berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Jakarta 12 April 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>COVER</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTARTABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Perumusan Masalah .....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Tujuan Penelitian .....	8
<b>BAB II KERANGKA TEORITIS, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS PENELITIAN</b>	
2.1 Kerangka Teoritis.....	9
2.1.1 Pengertian Paving Block.....	9
2.1.2 Bahan Penyusun Paving Block .....	12
2.1.2.1 Semen Portland.....	13
2.1.2.2 Agregat .....	17
2.1.2.3 Air.....	19
2.1.3 Metode Pembuatan Paving Block.....	21
2.1.4 Kuat Tekan dan Daya Serap Air .....	22
2.1.4.1 Kuat Tekan .....	22
2.1.4.2 Daya Serap Air .....	23
2.1.5 Tempurung Kelapa .....	24
2.2 Penelitian Relevan .....	27
2.3 Kerangka Berfikir .....	29
2.3 Hipotesis Penelitian .....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.2 Metode Penelitian .....	32
3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....	33
3.3.1. Populasi.....	33

3.3.2. Sampel .....	33
3.4 Bahan dan Alat.....	35
3.4.1. Bahan .....	35
3.4.2. Alat.....	35
3.5 Prosedur Penelitian .....	36
3.5.1 Tahap Pemeriksaan Bahan.....	36
3.5.2 Pembuatan Benda Uji .....	37
3.5.3 Pengujian Benda Uji .....	38
3.6. Instrumen Penelitian .....	40
3.7 Teknik Pengambilan Data.....	40
3.8 Teknik Analisis Data.....	41
3.9 Alur Penelitian .....	42
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Uji Pendahuluan.....	43
4.1.1 Pasir.....	43
4.1.2 Abu Tempurung Kelapa.....	44
4.1.3 Semen.....	44
4.2 Deskripsi Data.....	45
4.3 Hasil Penelitian.....	46
4.3.1 Sifat Tampak .....	46
4.3.2 Uji Ukura dan Berat.....	48
4.3.4 Uji Penyerapan Air .....	52
4.3.4 Uji Kuat Tekan.....	52
4.4 Pembahasan Penelitian.....	53
4.4.1 Uji Sifat Tampak.....	53
4.4.2 Penyerapan Air.....	54
4.4.3 Kuat Tekan.....	57
4.5 Analisa Data Keseluruhan.....	60
4.6 Keterbatasan Penelitian.....	62
<b>BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Implikasi.....	63
5.3 Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Sifat-sifat Fisika Paving Block ..... 12
Tabel 2.2	Komposisi Senyawa Kimia Semen Portland ..... 15
Tabel 2.3	Syarat Mutu Agregat Halus Menurut SNI 03-2874-2002 ..... 18
Tabel 2.4	Komposisi Senyawa Kimia Abu Tempurung Kelapa..... 26
Tabel 3.1	Hasil Sampel Benda Uji..... 34
Tabel 3.2	Jumlah Sampel Benda Uji dan Dimensi Pengujian ..... 34
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Pasir..... 43
Tabel 4.2	Hasil Pengujian ATK dan Kandungan Kimia ATK..... 44
Tabel 4.3	Hasil Pangujian Semen..... 44
Tabel 4.4	Mix Design..... 45
Table 4.5	Hasil Pemeriksaan Sudut Rusak..... 46
Tabel 4.6	Hasil Pemeriksaan Permukaan..... 47
Tabel 4.7	Hasil Pemeriksaan Cacat dan Rusak..... 47
Tabel 4.8	Penyimpangan Ukuran Rerata dan Toeransi..... 49
Tabel 4.9	Dimensi Ukuran Paving Block dan berat umur 14 dan 28..... 49
Tabel 5.0	Uji Daya Serap Air 14 dan 28 Hari..... 53
Tabel 5.1	Uji Kuat Tekan Rerata 14 Hari dan 28 Hari..... 53
Tabel 5.2	Kesimpulan Hasil Pemeriksaan Bidang Permukaan..... 54
Tabel 5.3	Data Keseluruhan Daya Serap Air 14 dan 28 Hari..... 55
Tabel 5.4	Hasil Data Kuat tekan Paving Block 14 dan 28 hari..... 58

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Variasi Bentuk Ukuran Paving Block .....	10
Gambar 2.2	Prinsip Metode kerja Mekanis .....	21
Gambar 2.3	Alat Mesin Cetak Paving Block.....	22
Gambar 2.4	Tanaman Kelapa.....	24
Gambar 2.5	Tempurung Kelapa.....	25
Gambar 3.1	Lokasi Pembakaran Abu .....	32
Gambar 3.2	Diagram Alur Penelitian .....	42
Gambar 4.1	Semen, Pasir, Abu Tempurung Kelapa.....	43
Gambar 4.2	Pengujian Berat Fisik dan Penimbangan <i>Paving Block</i> .....	46
Gambar 4.3	Grafik Berat Rata-rata <i>pving block</i> 14 dan 28 hari.....	51
Gambar 4.4	Perendaman, Penimbangan, Pengovenan <i>paving block</i> .....	54
Gambar 4.5	Grafik rata-rata penyerapan air 14 dan 28 hari.....	55
Gambar 4.6	Proses pengujian <i>paving block</i> .....	57
Gambar 4.7	Grafik kuat tekan paving block 14 dan 28 hari.....	58
Gambar 4.8	Grafik hubungan rata-rata kuat tekan serapan air 14 hari.....	60
Gambar 4.9	Grafik hubungan rata-rata kuat tekan serapan air 28 hari.....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Uji Analisa Sari Saringan Agregat Halus.....	67
Lampiran 2.	Uji Kadar Air Agregat Halus.....	68
Lampiran 3.	Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	69
Lampiran 4.	Uji Berat Jenis Abu Tempurung Kelapa.....	70
Lampiran 5.	Uji Kadar Berat Jenis Semen.....	71
Lampiran 6.	Uji Kadar Lumpur Agregat Halus.....	72
Lampiran 7.	Kandungan Zat Organik Agregat Halus.....	73
Lampiran 8.	Perhitungan Kebutuhan Bahan.....	74
Lampiran 9.	Uji Sample.....	76
Lampiran 10.	Perhitungan Oksida Abu Tempurung Kelapa.....	77
Lampiran 11.	Uji Ukuran dan Sifat Tampak 14 hari.....	80
Lampiran 12.	Uji Kuat tekan <i>Paving Block</i> 14 dan 28 hari.....	84
Lampiran 13.	Uji Penyerapan Air 14 dan 28 Hari.....	85
Lampiran 14.	Proses Pembakaran tempurung kelapa.....	89
Lampiran 15.	Proses Pembuatan <i>Paving Block</i> .....	90
Lampiran 16.	Proses Pengujian <i>Paving Block</i> .....	92

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada jaman era globalisasi ini, pembangunan di Indonesia sangat pesat sekali. Khususnya pada proyek proyek pembangunan di desa maupun di perkotaan, sebab pekerjaan struktur merupakan salah satu yang paling utama. Pekerjaan struktur ini membutuhkan ketelitian dan ketepatan dalam pelaksanaan pengerjaannya agar didapat hasil yang sesuai mutu yang telah ditentukan.

Di Indonesia ini banyak sekali pembangunan perkerasan jalan, perkerasan jalan meliputi untuk keperluan pelataran parkir, dan area perkerasan jalan pemukiman kompleks, pada perkerasan jalan ini yang disebut *paving block*. Untuk perkerasan jalan ditujukan yaitu mutu kelas I yang di mana terdapat nilai kuat tekannya maksimal 40 MPa yang dapat digunakan untuk perkerasan jalan untuk dilalui kendaraan roda empat.

*Paving block* sudah mulai dipergunakan di Eropa sejak sekitar tahun 1950, sedangkan di Indonesia baru dikenal pada tahun 1977 yaitu pada pembuatan trotoar di jalan Thamrin dan terminal bis Pulo Gadung, Jakarta. Sejak itu *paving block* mulai dipakai pada tempat tempat parkir, trotoar, pelataran gedung, dan jalan akses dipemukiman perumahan real estate dan perkerasan jalan pada daerah daerah tertentu. Akhir akhir ini *paving block* sudah banyak digunakan pada trial section yang di lalui lalu lintas berat (lilley, 1979).

Menurut SNI 03-0691-1996, bata beton (*paving block*) suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang

tidak mengurangi mutu bata beton itu. Bata beton (*paving block*) dapat berwarna seperti aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan.

*Paving block* memiliki banyak kelebihan dan keuntungan dari segi kekuatan, kemudahan pembuatan maupun pelaksanaannya. Bentuk dan ukuran *paving block* didesain sesuai dengan fungsi dan penggunaannya. Beberapa keuntungan menggunakan *paving block* adalah tahan lama, pemasangannya mudah, tidak memakai mortar, dll. Sedangkan kerusakan *paving block* sering disebabkan oleh beberapa hal, misalnya mutu bahan susunannya yang tidak memenuhi syarat, pengaruh gerusan air hujan, banyaknya lintasan roda kendaraan yang melebihi ketahanan impatnya (misalnya dalam tiga ribu lintasan, *paving block* akan mengalami retak).

*Paving block* dibuat dengan cara mencampurkan pada komposisi tertentu semen, pasir, dan air, kemudian dilakukan pressing dengan intensitas tertentu dan perawatannya dilakukan dengan membasahi permukaan *paving block* atau merendam dan membiarkan sampai mengeras. Proses pembuatan *paving block* yang banyak dilakukan di Indonesia adalah home industri baik dengan sistem penekanan yang konvensional maupun memakai mesin tekan hidrolis. Model pembuatan tersebut mengakibatkan kualitas *paving block* menjadi beragam serta tidak mudah untuk mengontrol kualitasnya. Bervariasinya tekanan yang diberikan saat proses pembuatan, perbandingan campuran yang digunakan, umur perawatan sampai *paving block* tersebut siap dipakai, sering tidak menjadi perhatian bagi perusahaan pembuat *paving block* tersebut, hal ini menyebabkan penggunaan *paving block* di lapangan tidak sesuai dengan kualitas struktur yang diharapkan.

Untuk memenuhi kualitas *paving block* seperti yang disyaratkan, maka perlu dilakukan beberapa perbaikan didalam proses pembuatan maupun pemasangan *paving block* yaitu dengan cara meningkatkan pemberdayaan sumber daya lokal yang berada dilingkungan kita. Pemanfaatan sampah maupun limbah di samping dapat mengurangi pencemaran lingkungan juga dapat digunakan sebagai bahan penambahan bahan bangunan yang sudah ada. Salah satu sampah atau limbah yang dapat dimanfaatkan dengan baik adalah limbah dari pasar limbah abu tempurung kelapa, komponen limbah dari pasar ini adalah tempurung kelapa yang tersisa akibat proses konsumsi pasar yang menurut bentuknya berupa batok tempurung kelapa, untuk menampung limbah tersebut pihak pasar telah memberi tempat khusus di luar area. Negara Indonesia yang merupakan Negara beriklim tropis termasuk penghasil kelapa terbesar, hal ini didasarkan pada (*Indonesian Commercial Newsletter Juli 2011*) Luas perkebunan kelapa di Indonesia saat ini mencapai 3,8 juta hektar (Ha) yang terdiri dari perkebunan rakyat seluas 3,7 Ha, perkebunan milik pemerintah 4.669 Ha dan milik swasta seluas 66.189 Ha. Ketersediaan kelapa ini bila dilihat dari produksi buah kelapa di Indonesia adalah rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat sabut, dan 3,3 juta ton debu sabut (Agustian et al., 2003; Alloreng dan Lay, 1998; Anonim, 2000; Nur et al., 2003; APCC, 2003).

Dengan banyaknya hasil kelapa ini maka diharapkan hasil dari limbah tempurung kelapa yang tidak termanfaatkan dapat dimanfaatkan untuk dibuat bahan tambah material bangunan. Melihat pemanfaatan limbah tempurung kelapa ini belum maksimal maka perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan

kegunaannya. Hal ini didasari pada penelitian sebelumnya, namun penelitian tersebut lebih banyak dilakukan hanya pada pemanfaatan tempurung kelapa dengan bahan yang digunakan berupa arang tempurung kelapa sebagai bahan tambah, oleh sebab itu pada penelitian ini yang akan diteliti ialah tempurung kelapa yang dihasilkan dari proses pembakaran dengan suhu  $800^{\circ}\text{C}$  (abu tempurung kelapa) dengan waktu pembakaran selama 7 jam, dengan pembakaran pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$  ini dimaksudkan untuk mendapatkan unsur kimia silika. Abu tempurung kelapa ini memiliki ukuran butiran 50-60 mesh, selain itu abu tempurung kelapa ini juga memiliki sifat hidrolik, maka dengan adanya sifat ini diharapkan dapat menambah kekuatan beton. Hal ini didukung dengan kandungan unsur kimia abu tempurung kelapa yang terdiri dari Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Oksida Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), dan Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ) (*International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 1, Issue 8, September 2012*).

Sedangkan data uji pendahuluan Analisis saringan agregat halus di dapat 3,67 kg, kadar qair agregat halus di dapat hasil 4,95%, tidak ada zat organik pada agregat halus, berat jenis semen di dapat hasil 3,39, sedangkan berat jenis abu tempurung kelapa sbesar 2,1 gram

Dari kandungan kimia tersebut silika sangat berpengaruh dalam penambahan kekuatan beton. Dan dari hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dalam penggunaan abu tempurung kelapa sebagai Penelitian yang dilakukan oleh Priyanto (2015) dengan judul Studi ***Penggunaan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Paving block Berdasarkan SNI 03-0691-1996***. Hasil dari penelitian ini untuk kuat tekan didapat kelompok 0%, 3% dan 6% 9% 12% masuk dalam mutu kelas II, penelitian ini melakukan uji

suhu pembakaran pada abu tempurung kelapa, suhu pembakaran pada penelitian ini adalah 700<sup>0</sup> C sedangkan FAS yang digunakan sebesar 0,4 dari proses pembakaran tersebut dilakukan selama kurun waktu 12-15 jam. didapat nilai kuat tekan 0% (28,6 MPa), 3% (29,8 MPa), 6% (31,4 MPa), dan untuk kelompok 9% dan 12% masuk dalam mutu kelas III dengan nilai kuat tekan 9% (18,3 MPa), 12% (15,9 MPa). Nilai optimum terdapat pada kelompok 6% dengan kuat tekan rata-rata 31,4 MPa. Pada pengujian penyerapan air didapatkan nilai rata-rata untuk kelompok 0% (6,43%), 3% (6,5%), 6% (8,87%), 9% (10,7%), 12% (9,03%). Dari hasil tersebut hanya kelompok 0% dan 3% yang yang masuk mutu kelas III untuk penyerapan air, dan untuk kelompok 6% dan 12% masuk mutu kelas IV dan untuk kelompok 9% tidak masuk standar SNI.

Dengan demikian, untuk mengetahui apakah abu tempurung kelapa bisa digunakan sebagai bahan tambah pembuatan *paving block*, maka perlu adanya penelitian tentang pemanfaatan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block* dengan judul “***Penambahan Abu Temprurug Kelapa Terhadap Kuat Tekan Paving Block.***”

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang masalah diatas, maka permasalahan yang timbul dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Bagaimana mutu *paving block* yang menggunakan campuran abu tempurung kelapa?
2. Berapa nilai kuat tekan optimum yang dihasilkan oleh *paving block* yang menggunakan campuran abu tempurung kelapa dengan persentase 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% terhadap berat semen?
3. Apakah *paving block* menggunakan campuran abu tempurung kelapa ini memenuhi mutu SNI 03-0691 1996?
4. Apakah *paving block* dengan campuran abu tempurung kelapa ini dapat dijadikan sebagai alternatif bahan bangunan?

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini sangat luas, sehingga dari identifikasi masalah yang telah disebutkan diatas, masalah yang akan diteliti hanya dibatasi pada:

1. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *paving block* dengan mutu yang menggunakan perbandingan 1:3 untuk kelas mutu I
2. FAS yang digunakan sebesar 0,3
3. *Paving block* yang akan di uji adalah *paving block* yang berbahan dasar pasir dan semen, dengan variasi campuran abu tempurung kelapa sebesar 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% terhadap berat semen.
4. Acuan yang digunakan SNI 03-0691-1996.

5. Pengujian yang dilakukan adalah sifat fisis (sifat tampak, ukuran dan penyerapan air), dan sifat mekanis (kuat tekan) sesuai dengan SNI 03-0691-1996.
6. Ukuran *paving block* yang digunakan pada penelitian ini adalah 21cm x 10,5cm x 8 cm.
7. Tempurung kelapa yang sudah dibakar (abu tempurung kelapa) dari pembakaran dengan suhu 800<sup>0</sup>C dengan BJ 2,1gr/cm<sup>2</sup> , kelapa didapat dari pasar cengkareng Jakarta barat.
8. Pasir yang digunakan pasir abu batu dari daerah Majalengka dengan Kadar Air 7,34%
9. Tidak menghitung masalah waktu dan biaya dari hasil akhir penelitian.

#### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, maka secara spesifik masalah penelitian dirumuskan sebagai berikut: “Apakah mutu *paving block* dengan penambahan abu tempurung kelapa dapat memenuhi standar mutu SNI 03-0691 1996?”

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan masukan pengetahuan bagi mahasiswa khususnya di Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta tentang bahan bangunan *paving block* dengan penambahan abu arang tempurung kelapa.

2. Sebagai bahan masukan bagi industri tentang pemanfaatan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah pada pembuatan *paving block* bahwa abu tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block*.
3. Dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dari limbah yang terdapat di pasar.

### **1.6 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis (tampak & ukuran & daya serap air), dan sifat mekanis (kuat tekan) *paving block* berdasarkan syarat yang ada dalam SNI 03-0691-1996 menggunakan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dengan persentase sebesar 0%, 5%, 6% 7% 8% dari berat semen.

## BAB II

### KERANGKA TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR

#### 2.1 Kerangka Teori

##### 2.1.1 Pengertian Paving Block

Menurut SNI 03 0691 1996 *paving block* adalah “Bata Beton (Paving Block) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat daricampuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.” Sedangkan menurut SK SNI T-04-1990-F, paving block adalah segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci (Dadang Kumara, 1992; Akmaluddin dkk. 1998). Paving block adalah batu cetak berbentuk tertentu yang dipakai sebagai penutup halaman tanpa memakai adukan dalam pemasangannya. Pengikatan terjadi karena masing-masing batu cetak saling mengunci satu sama lainnya. Batu cetak halaman dibuat dengan mencetak campuran semen portland dan pasir dengan atau tanpa aditif. (Balai Penelitian Bahan Bangunan 1984:10, dalam Arianto 2005).

*Paving block* banyak digunakan sebagai bahan alternatif pengganti aspal. Hal ini dikarenakan pemasangan *paving block* dan perawatan yang mudah. Selain itu juga paving block ini dapat menyerap air dengan baik hal ini menjadi kelebihan karena dapat menjamin ketersediaan air tanah jadi seimbang.

Secara umum bentuk *paving block* berbentuk segi empat, segi enam (hexagon) dan segitiga dengan ketebalan bervariasi menurut kebutuhannya.

Namun sekarang ini banyak sekali variasi dari bentuk-bentuk *paving block*, berikut adalah gambar jenis atau tipe-tipe *paving block* yang beredar dipasara

VARIASI BENTUK DAN UKURAN PAVING		
	Dimensi : 21 x 10,5 x 6 cm 21 x 10,5 x 8 cm 21 x 10,5 x 10 cm	Pemakaian : 44 pcs / m <sup>2</sup>
<b>BATA</b>		
	Dimensi : 22,5 x 11,2 x 6 cm 22,5 x 11,2 x 8 cm	Pemakaian : 39 pcs / m <sup>2</sup>
<b>UNIPAVE</b>		
	Dimensi : 20 x 20 x 6 cm 20 x 20 x 8 cm	Pemakaian : 26 pcs / m <sup>2</sup>
<b>HEXAGON/SEGI ENAM</b>		
	Dimensi : 33 x 6 cm 33 x 8 cm	Pemakaian : 3,3 pcs / m
<b>TOPI USKUP</b>		
	Dimensi : 19,7 x 9,6 x 6 cm 19,7 x 9,6 x 8 cm	Pemakaian : 39 pcs / m <sup>2</sup>
<b>TRIHEK/TIGA BERLIAN</b>		
	Dimensi : 21 x 21 x 6 cm 21 x 21 x 8 cm	Pemakaian : 22 pcs / m <sup>2</sup>
<b>KOTAK/UBIN</b>		
	Dimensi : 40 x 40 x 6 cm 40 x 40 x 8 cm	Pemakaian : 6,25 pcs / m <sup>2</sup>
<b>GRASSBLOCK 5 LUBANG</b>		
	Dimensi : 32 x 48 x 6 cm 32 x 48 x 8 cm	Pemakaian : 6,5 pcs / m <sup>2</sup>
<b>GRASSBLOCK 8 LUBANG</b>		

**Gambar 2.1 Bentuk dan Ukuran Pving Block**

Sumber : [www.mitrapaving.com](http://www.mitrapaving.com)

Persyaratan mutu *Paving Block* menurut SNI 03-0691 1996 adalah sebagaiberikut:

#### 1. Sifat Tampak

*Paving Block* untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna tidak terdapat retak-retak dan cacat bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan jari tangan.

## 2. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran *Paving Block* untuk lantai yang ada dipasaran dari produsennya, tetapi harus memenuhi syarat SNI yang harus mempunyai ukuran tebal nominal 60mm dengan toleransi  $\pm 8\%$  berdasarkan SNI 03-0691-1996

Ada beberapa macam dengan ketebalan yang berbeda-beda yaitu 6 cm, 8cm, dan 10 cm. Berikut data ukuran bata beton paving block:

- a. 6 cm : Untuk konstruksi perkerasan lalu lintas ringan.

Contoh: Trotoar, halaman rumah, cartport.

- b. 8 cm : Untuk konstruksi perkerasan lalu lintas sedang sampai berat.

Contoh: Jalan lingkungan, kompleks industri, terminal bus.

- c. 10 cm : Untuk konstruksi perkerasan super berat.

Contoh: Pelabuhan dengan crane, terminal container.

Sedangkan untuk toleransi *paving block* menurut ASTM C 936-82 antara lain ; panjang maksimal 240 mm, lebar maksomial 160 mm, dan tebal maksimal 140 mm.

- d. Klasifikasi

Bata beton *paving block* mutu A : digunakan untuk jalan

Bata beton *paving block* mutu B : digunakan untuk perataran parkir

Bata beton *paving block* mutu C : digunakan untuk pejalan kaki

Bata beton *paving block* mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan

lain. **Sumber SNI 03-0691-1996.**

### 3. Sifat Fisis

*Paving Block* harus mempunyai kekuatan fisis seperti pada table 2.1

Tabel 2.1 Sifat sifat fisika

MUTU	Kuat tekan (MPa)		Penyerapan air
	Rata rata ( MPa)	Min	%
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

Sumber: SNI 03-0691 1996

#### 2.1.2 Bahan Pembuat Paving Block

Dalam pembuatan *paving block* kualitas mutu ditentukan oleh bahan penyusunnya, proses pembuatannya dan alat yang digunakan. *Paving block* dengan kualitas yang baik adalah dengan komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, kemudian pada proses pembuatannya juga dilakukan dengan alat yang baik, misalnya menggunakan mesin press, maka dengan begitu akan menghasilkan *paving block* yang berkualitas baik pula. Bahan baku pada pembuatan *paving block* ialah pasir dengan gradasi (tingkat kekerasan) baik dan semen sebagai baa pengikat, bisa juga ditambah dengan bahan tambah lain seperti abu batu, abu terbang ( fly ash batu bara), kapur dan bahan-bahan lain yang meningkatkan mutu dari paving block tersebut. Komposisi yang sering digunakan pada pembuatan *paving block* ini adalah dengan perbandingan semen:pasir 1:3, 1:4, dan 1:5 hal ini disesuaikan dengan mutu yang diinginkan

(multimesinpaving.blogspot.com/2012/12). Dan bahan-bahan pada pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut:

### 2.1.2.1 Semen Portland

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekatkan/mengikat antara agregat halus dan agregat kasar dengan air dalam suatu adukan. Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya *calcium silicate* dan satu atau dua buah bentuk calcium sulfat sebagai bahan tambahan. Menurut Nawy(1990:9) semen portland adalah : “Semen *portland* dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium atau batukapur ( $\text{CaO}$ ), Alumunia ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), pasir silikat ( $\text{SiO}_2$  dan bahan biji besi( $\text{FeO}_2$ ) dan senyawa-senyawa  $\text{MgO}$  dan  $\text{SO}_3$ , penambahan air pada mineral ini akan menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. selain itu Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya calcium silicate dan satu atau dua buah bentuk calcium sulfat sebagai bahan tambahan (PT. Semen Padang, 1995). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Perbedaan sifat jenis semen satu dengan yang lainnya dapat terjadi karena perbedaan susunan kimia maupun kehalusan butir-butirnya sesuai dengan tujuan pemakaiannya, menurut SNI-15-2049-1994 dalam PT. Semen

Menurut Nugraha dan Antoni (2007:25) arti kata semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif, yaitu bahan pengikat. Semen Portland merupakan bahan perekat hidrolis yaitu bahan perekat yang dapat mengeras bila

bersenyawa dengan air dan bahan berbentuk benda padat yang tidak larut dalam air. Mulyono (2004) menyebutkan bahwa semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

Dalam SNI 15-2049-2004, Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri dari atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambaha berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

#### **a. Susunan Kimia**

Susunan kimia dan komposisi pada semen portland pada dasarnya 4 unsur paling penting yang menyusun semen portland (Tjokrodinuljo, 2004), yaitu:

1. Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang disingkat menjadi  $\text{C}_3\text{S}$
2. Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang disingkat  $\text{C}_2\text{S}$
3. Trikalsium Aluminat ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang disingkat menjadi  $\text{C}_3\text{A}$
4. Terakalsium Aluminoferrit ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) disingkat menjadi  $\text{C}_4\text{AF}$

Komposisi  $\text{C}_3\text{S}$  dan  $\text{C}_2\text{S}$  adalah 70%-80% dari berat semen dan merupakan bagian yang paling dominan memberikan sifat semen. Berat jenis semen berkisar antar 3,15 mg/m<sup>3</sup>. Untuk komposisi senyawa semen adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Komposisi Senyawa Semen

Komponen	Kadar (% berat )
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 – 8
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1 – 2

Sumber: Tjokrodinuljo, 1996

Di dalam semen, oksida-oksida tersebut tidak terpisah satu dari yang lainnya melainkan membentuk senyawa-senyawa yang disebut senyawa semen. Menurut Nugraha dan Antoni (2007:31) empat senyawa yang biasanya dianggap sebagai unsur pokok utama dari semen.

#### b. Jenis-jenis Semen Portland

Menurut SNI-15-2049-2004, berdasarkan jenis dan penggunaannya semen portland dibagi dalam 5 jenis yakni:

- 1) Jenis 1 : Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain
- 2) Jenis II : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- 3) Jenis III : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang lebih tinggi setelah pengikatan terjadi.
- 4) Jenis IV : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

5) Jenis V : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Menurut mulyono (2004) menyatakan bahwa sifat-sifat semen menurut pemakaiannya meliputi;

1. Hidrasi semen apabila air ditambahkan kedalam semen portland maka akan terjadi reaksi antara komponen semen dengan air yang dinamakan panas hidrasi. Reaksi hidrasi tersebut menghasilkan pasta semen yang terdiri dari gel (*tobermorite*) dan sisa semen yang tidak bereaksi.
2. Waktu pengikatan dan pengerasan yaitu sifat pengikatan pada adonan semen dengan air dimaksudkan sebagai gejala terjadinya kekakuan pada adonan. Dalam prakteknya sifat ikat ini ditunjukkan dengan waktu pengikatan yaitu waktu mulai dari adonan terjadi sampai mulai terjadi kekakuan.
3. Pengaruh kualitas semen terhadap kuat tekan beton sifat semen yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah kehalusan butiran semen dan komposisi kimia semen.

#### **2.1.2.2 Agregat**

Menurut Tjokrodinuljo (1996) agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 60-70% dari volume adukan beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton.

Dalam SNI-03-2847-2002, agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu

media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik. Fungsi agregat adalah sebagai material pengisi dan biasanya menempati sekitar.

### 2.1.2.3 Agregat Halus (pasir)

Menurut Tjokrodimuljo (2009), agregat halus (pasir) adalah batuan yang mempunyai ukuran butir antara 0,15-5 mm. Agregat halus dapat diperoleh dari dalam tanah, dasar sungai atau tepi laut.

Menurut Mulyono (2004) gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi tiga yaitu gradasi sela (*gap grade*), gradasi menerus (*contious grade*) dan gradasi seragam (*unifrom grade*). Penentuan gradasi menggunakan nilai prosentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam ayakan dengan lubang 38 mm; 19 mm; 9,6 mm; 4,80 mm, 2,40 mm; 1,2 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm.

**Tabel 2.3 Syarat Mutu Agregat Halus Menurut SNI 03-2874-2002**

Ukuran lubang Ayakan ( mm )	Presentase Lolos Komulatif
10	100
4.8	90 – 100
2.4	85 – 100
1.2	75 – 100
0.6	60 – 79
0.3	12 – 40
0.15	0 -10

Sumber : SNI 03-2874-2002

Menurut standar nasional indonesia (SNI-S-04-1989-F: 28) disebutkan mengenai persyaratan pasir atau agregat halus yang baik sebagai bahan bangunan sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butiran-butiran kasar, tajam dan keras.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan apabila pasir mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
3. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrans-Harder dengan larutan jenuh NaOH 3%.
4. Susunan besar butir pasir mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 sampai 3,8 dan terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam.
5. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang diakui.

#### **2.1.2.4 Air**

Air merupakan bahan dasar yang penting dalam pembuatan konstruksi bahan bangunan dengan struktur beton bertulang. Pada konstruksi beton, air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga dapat menjadi bahan perekat antara agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) serta bahan campuran beton lainnya. Dalam pembuatan konstruksi beton harus digunakan air yang baik sehingga dapat tercipta beton yang kuat serta tahan lama.

Nugraha dan Antoni (2007:74) mengatakan air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan.

Menurut Mulyono (2004) air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Kuantitas air yang digunakan akan mempengaruhi semua sifat beton, sedangkan kualitas air akan mempengaruhi pengerasan dan keawetan dari beton. Maka dalam pencampuran beton, air harus sesuai dengan syarat yang ditentukan. Berikut adalah syarat mutu air berdasarkan SNI 03-2847-2002, yaitu :

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :
  1. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

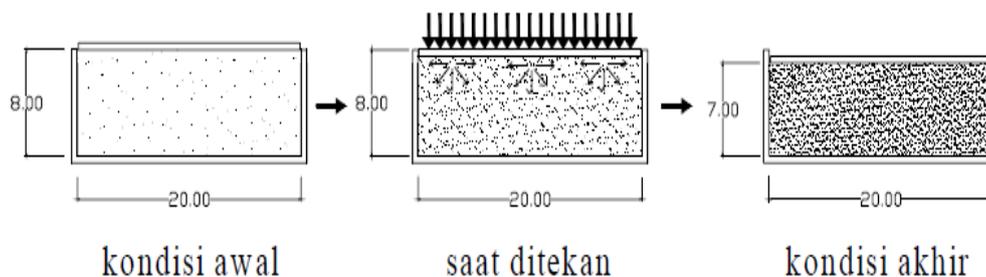
2 Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa air yang dapat digunakan sebagai campuran dalam pembuatan beton yaitu berupa air tawar yang dapat diminum maupun air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut, air hujan, air tanah, air permukaan maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan.

### 2.1.3 Metode Pembuatan Paving Block

#### 2.1.3.1. Metode Mekanis

Metode mekanis didalam masyarakat biasa disebut metode press. Metode ini masih jarang digunakan karena untuk pembuatan *pavingblock* dengan metode mekanis membutuhkan alat yang harganya relative mahal. Metode mekanis biasanya digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Pembuatan *paving block* cara mekanis dilakukan dengan menggunakan mesin (*compression aparatus*).



Gambar 2.2. Prinsip Metode Kerja Mekanis.



**Gambar 2.3 Alat Mesin Cetak Pving Block**

(Foto Dokumen Pribadi)

## **2.1.4 Kuat Tekan dan Daya Serap Air Paving Block**

### **2.1.4.1 Kuat Tekan Paving Block**

#### **Kuat Tekan Paving Block**

Pengertian kuat tekan *paving block* pada dasarnya sama dengan kuat tekan beton. Menurut SNI 03-1974-1990 tentang metode pengujian kuat tekan beton, mengartikan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Menurut SNI 03-0691-1996 kuat tekan *paving block* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

P = Beban tekan, N

L = Luas bidang tekan mm<sup>2</sup>

Kuat tekan rata-rata dari contoh *paving block* dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan *paving block*, diantaranya adalah:

1. Perbandingan komposisi campuran.
2. Kualitas bahan-bahan penyusun.
3. Proses pembutan.
4. Umur *paving block* (pada keadaan normal kekuatan bertambah sesuai dengan umurnya).
5. Suhu / Temperatur pengeringan (kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu).
6. Proses perawatan.

#### 2.1.4.2 Daya Serap Air Paving Block

Daya serap air merupakan faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dari material getas. Penyerapan air dipengaruhi oleh berbagai macam faktor diantaranya sifat material, pemakaian ukuran material, bentuk pori dan banyak hal lainnya (Nugraha dalam Latief, 2013).

Penyerapan air paving block dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini (SNI 03-0691-1996):

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

A = berat *paving block* basah

B = berat *paving block* kering

### 2.1.5 Tempurung Kelapa

Kelapa (*Cocos Nucifera*) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren-arenan atau *Arecaceae*. Tanaman kelapa ini merupakan salah satu tanaman yang termasuk dalam famili *Palmae* dan banyak tumbuh didaerah tropis, seperti di Indonesia. Kelapa dikenal sebagai tanaman yang serbaguna karena seluruh bagian tanaman ini bermanfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu bagian terpenting dari tanaman kelapa adalah buah kelapa. Buah kelapa terdiri dari beberapa komponen yaitu kulit luar (*epicarp*), sabut (*mesocarp*), tempurung kelapa (*endocarp*), daging buah (*endosperm*), dan air kelapa (Palungkun, 2001).



**Gambar 2.4** Tanaman Kelapa (*Cocos Nucifera*)

sumber :[www.google.com](http://www.google.com)

Dari 15 negara anggota *Asian Pacific Coconut Community (APCC)*, Indonesia merupakan negara dengan area tanam kelapa (*Cocos nucifera*) terluas, yaitu 3,86 juta hektar dengan produksi 15,20 juta butir atau setara dengan 3,03 juta ton kopra/tahun (APCC, 2007). Limbah tempurung kelapa yang dihasilkan mencapai 251.738 ton/tahun (Prastowo, 2007).

Tempurung kelapa merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung. Berat tempurung sekitar 15-19% dari berat keseluruhan buah kelapa.



**Gambar 2.5 Tempurung Kelapa**

(Foto Dokumen Pribadi)

#### **2.1.5.1 Abu Tempurung Kelapa**

Pada buah kelapa ini terdiri dari kulit luar, sabut, tempurung, kulit daging, daging buah, air dan kelapa. Pada buah kelapa yang sudah tua memiliki bobot sabut (35%), tempurung (12%), endosperm (28%) dan air (25%) (Setyamidjaja, D., 1995). Secara fisiologis bagian tempurung merupakan bagian yang paling keras bila dibandingkan bagian kelapa lainnya. Struktur yang keras ini disebabkan

oleh silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang mempunyai kandungan cukup tinggi pada bagian tempurung kelapa tersebut. Abu tempurung kelapa berasal dari proses pembakaran tempurung menjadi abu. Proses pembakaran ini menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan Silika Oksida ( $\text{SiO}_2$ ) serta senyawa lainnya yang juga terdapat pada semen. Berat tempurung kelapa ini sekitar (15-19)% dari berat keseluruhan buah kelapa sedangkan tebalnya sekitar (3-5) mm. Komposisi kimia yang terdapat pada tempurung kelapa ini terdiri atas, *Selulosa, Pentosan, Lignin, Abu, Solvent* ekstraktif, Uronat anhidrat, Nitrogen, dan air, berikut tabel komposisi komposisi abu tempurung kelapa berdasarkan *International Journal Of Scientific & Technology*.

*Research Volume 1, Issue 8, September 2012*. dan persentasenya tercantum dalam Tabel 2.4

**Tabel 2.4 komposisi Senyawa Kimia Abu Tempurung Kelapa**

Komposisi abu tempurung kelapa	
<b><math>\text{SiO}_2</math></b>	<b>37,97%</b>
<b><math>\text{Al}_2\text{O}_3</math></b>	<b>24,12%</b>
<b><math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math></b>	<b>15,48%</b>
<b><math>\text{CaO}</math></b>	<b>4,98</b>
<b><math>\text{MgO}</math></b>	<b>1,89%</b>
<b><math>\text{MnO}</math></b>	<b>0,81%</b>
<b><math>\text{Na}_2\text{O}</math></b>	<b>0,95%</b>
<b><math>\text{SO}_3</math></b>	<b>0,71%</b>

**Sumber** : *International Journal Of Scientific & Technology Research*

*Volume 1, Issue 8, September 2012*

Dari tabel diatas abu tempurung kelapa ini mengandung silika yang merupakan bahan tambah bersifat seperti *pozzolan*. Berdasarkan *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST) Vol. 4 No.03 March 2012* kepadatan abu tempurung kelapa ini sebesar 2.05 g/cm<sup>3</sup> dimana ini termasuk material ringan yang masuk kategori *fly ash*. Dari hasil pengujian pada Laboratorium Fire di Universitas Negeri Jakarta juga didapat kandungan silika sebesar 4,81%.

## 2.2 Penelitian Yang Relevan

Judul Penelitian ini adalah Studi Penggunaan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan *Paving Block*. Dalam penentuan judul dan penulisan ini berbagai sumber telah menginspirasi dan memastikan pada judul tersebut diatas. karbonisasi yang sesuai. Pada proses karbonisasi terjadi penguraian bahan-bahan organik yang terkandung didalam tempurung kelapa.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Panji Asto Nugroho (2015) dengan judul **“Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Genteng Beton”**. meneliti beton dengan proporsi variasi campuran adalah 0%, 10%, 30%, dan 50% dari berat semen.

Kesimpulan : penelitian menunjukkan bahwa genteng beton memenuhi syarat pandangan luar, ukuran dan kerataan yang ditetapkan oleh SNI 0097-2007. Untuk pengujian impermeabilitas benda uji pada penambahan 10%, 30% dan 50% abu tempurung kelapa memenuhi SNI 0096-2007 karena tidak mengalami rembesan air.

2. Priyanto (2015) dengan judul **Studi Penggunaan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Paving block Berdasarkan SNI 03-0691-1996**. Hasil dari penelitian ini terdapat variasi kelompok 0%, 3% dan 6% 9% 12%, benda uji ini dibuat dengan nilai factor air semen 0,4. Abu tempurung kelapa di bakar pada suhu 700<sup>0</sup>C dengan lama pembakaran selama 12-15 jam.

Kesimpulan: Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan campuran yang mendapat nilai optimum yaitu pada komposisi 6% yang dapat meningkatkan kuat tekan paving block dengan mutu kelas II dengan nilai kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 31,4 MPa dan mendapat hasil penyerapan air sebesar 8,87%.

3. Fauziah ( 2016 ) melakukan penelitian dengan judul **STUDI PEMANFAATAN ABU TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON**. dari campuran ini terdapat variasi 4%, 6%, 8%, 10%, dimensi benda uji tersebut adalah ( tinggi 30 cm dan lebar diameter 15 cm ). Pada penelitian ini tempurung kelapa di oven dalam tungku pembakaran dengan suhu 900<sup>0</sup>C selama 8 jam. Pengujian kuat tekan di lakukan pada umur 14 hari, dan 28 hari.

Kesimpulan : Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton menggunakan abu tempurung kelapa dengan masing-masing variasi 4%, 6%, 8%, 10%, 12% dengan nilai kuat tekan berturut-turut mencapai 21,17 MPa, 19,76 MPa, 18,63 MPa, 18,06 MPa, dan 17,72 MPa. Hasil pengujian beton campuran abu tempurung kelapa nilai kuat

tekan optimum terdapat pada variasi 4% dengan kuat tekan rata-rata beton 21,17 MPa. Pada umur 28 hari.

### 2.3 Kerangka Berfikir

*Paving block* adalah bata beton untuk lantai dimana banyak dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan di lingkungan kampus, areal perkantoran, trotoar, jalan raya, daerah perparkiran dan lain sebagainya. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan *paving block* begitu kompleks, sehingga kebutuhannya juga meningkat karena kepraktisan dalam pemasangan dan pemeliharanya. Berbagai usaha dilakukan dalam upaya peningkatan mutu dan kualitas akibat persaingan usaha produksi dari *paving block* tersebut, salah satu usaha sebagai alternatif peningkatan mutu dan kualitas adalah dengan penambahan abu tempurung kelapa dalam pembuatan *paving block*. Alasan menggunakan abu tempurung kelapa pada penelitian ini karena terdapat kandungan senyawa kimia yang ada pada abu tempurung kelapa tersebut yaitu kandungan senyawa silika ( $\text{SiO}_2$ ). Setelah dilakukan pengujian kandungan senyawa kimia di lab penelitian *Fire Engineering* Universitas Negeri Jakarta, kandungan kimia silika tersebut diperoleh sebesar 4,81% yaitu suatu bahan yang mengandung senyawa silika. Selain itu limbah tempurung kelapa ini di dapat dari penjualan hasil limbah pasar, selama ini belum dimanfaatkan secara optimal hanya digunakan sebagai bahan pembuatan arang tempurung kelapa atau hanya ditumpuk didekat areal lingkungan pasar.

Melihat potensi limbah tempurung kelapa yang sangat banyak perlu diadakan penelitian tentang pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan susun dalam pembuatan *paving block*. Berdasarkan penelitian terdahulu (Priyanto 2015) dengan menggunakan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah pada

pembuatan paving block, penelitian ini menggunakan tempurung kelapa yang di bakar pada suhu  $700^{\circ}\text{C}$  dengan lama pembakaran sekitar kurun waktu 12 - 15 jam, nilai kuat tekan *paving block* terdapat pada presentase 6% yang dimana nilai kuat tekan sebesar (31,4 MPa). maka penggunaan tempurung kelapa juga dapat digunakan dalam pembuatan *paving block*.

Sesuai dengan yang telah dikemukakan diatas dan dengan data dari penelitian relevan sebelumnya maka perlu diteliti lebih lanjut mengenai fungsi dari abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah *paving block*. Dengan penelitian ini diharapkan dapat diketahui sejauh mana kenaikan kuat tekan dengan penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dari berat semen pada pembuatan campuran *paving block*. Abu tempurung kelapa yang akan digunakan sebagai bahan tambah *paving block* ini ialah menggunakan komposisi perbandingan 0%, 5%, 6%, 7%, dan 8% dari berat semen, komposisi ini diambil karena merupakan titik tengah dari komposisi penelitian yang telah ada diatas.

#### **2.4 Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan teori dan kerangka berpikir, maka dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut: Diduga mutu *paving block* dengan penambahan abu tempurung kelapa dengan komposisi 0%, 5%, 6%, 7%, dan 8% dapat memenuhi standar mutu SNI 03-0691 1996?

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan di Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta Rawamangun, Jakarta Timur. Untuk pembakarannya dilakukan di tempat pembakaran yang bertempat di Galeri Kolekan Cipete, Jakarta Selatan. Dan untuk pembuatan *paving block* dilakukan di Jatiwaringin Pondok Gede. Pelaksanaan dilakukan Agustus 2016.



**Gambar 3.1 Lokasi Pembakaran Abu**

#### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium dengan benda uji *paving block* yang menggunakan bahan tambah abu tempurung kelapa sebanyak 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% dari berat semen menggunakan perbandingan semen dan pasir 1:3. Dan penarikan kesimpulan diambil melalui pendekatan deskriptif.

### **3.3 Teknik Pengambilan Sampel**

#### **3.3.1 Populasi**

Populasi pada penelitian ini adalah *paving block* yang menggunakan bahan tambah abu tempurung kelapa sebanyak 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% dari berat semen. Paving block yang dibuat adalah dengan ukuran 21cm x 10,5 cm x 8cm dengan jumlah keseluruhan 40 buah.

#### **3.3.2 Sampel**

Sampel yang diuji pada penelitian ini adalah dengan perincian sebagai berikut:

- a. 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dan 5 buah sampel untuk uji penyerapan air pada kontrol.
- b. 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dan 5 buah sampel untuk uji penyerapan air, dengan menggunakan bahan tambah 5% abu tempurung kelapa.
- c. 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dan 5 buah sampel untuk uji penyerapan air, dengan menggunakan bahan tambah 6% abu tempurung kelapa
- d. 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dan 5 buah sampel untuk uji penyerapan air, dengan menggunakan bahan tambah 7% abu tempurung kelapa
- e. 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dan 5 buah sampel untuk uji penyerapan air, dengan menggunakan bahan tambah 8% abu tempurung kelapa.

**Tabel 3.1 Sampel Benda Uji**

NO	Kelompok Benda Uji ( 21 cm x 10,5 cm 8 cm )	Abu Tempurung Kelapa (%)	Populasi ( buah )	Pengujian Sifat Tampak	Pengujian Daya Serap Air	Pengujian Kuat Tekan beton	Cadangan
1	I	0	8	5	5	3	2
2	II	5	8	5	5	3	2
3	III	6	8	5	5	3	2
4	IV	7	8	5	5	3	2
5	V	8	8	5	5	3	2
Jumlah			40	25	25	15	10

Keterangan : Setelah dilakukan pengujian sifat tampak, benda uji masih digunakan untuk pengujian daya serap air.

**Tabel 3.2 Jumlah Sampel Benda Uji dan Dimensi Pengujian Tiap Benda Uji**

Jumlah sampel Utuh (buah) dan Ukuran sampel (cm)				
No	Perlakuan	Uji Ukuran dan sifat Tampak	Uji Penyerapan Air	Uji Kuat Tekan
	Dimensi (cm)	(21x10.5x8)	(21x10.5x8)	(21x10.5x8)
	Variasi %			
1	0%	5	5	3
2	5%	5	5	3
3	6%	5	5	3
4	7%	5	5	3
5	8%	5	5	3

### **3.4 Bahan dan Alat**

#### **3.4.1 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Semen

Semen Portland tipe 1 kemasan 50 kg

2. Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir yang tersedia di pabrik *paving block* yaitu pasir abu batu berasal dari daerah majalengka yang sudah melalui tahap pemeriksaan kadar lumpur dan analisa saringan pasir.

3. Abu Tempurung Kelapa

Abu yang digunakan ialah abu tempurung kelapa yang telah dibakar dengan suhu mencapai 800°C lama pembakaran 7 jam di tempat pembakaran di Galeri Kolekan Cipete, Jakarta Selatan.

4. Air

Air yang digunakan adalah air yang tersedia di pabrik paving block

#### **3.4.2. Alat**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Seperangkat alat ukur (berat, panjang, volume dan waktu)

2. Oven untuk membakar abu

3. Wadah untuk mengaduk semen, pasir, abu tempurung kelapa dan air.

4. Sendok semen untuk mengaduk adukan.

5. Mesin hidrolik pembuatan benda uji *paving block*

6. Mesin Pemotong (*Cutting*) untuk memotong saat melakukan pengujian di lab.
7. Mesin Uji Kuat Tekan (*Compressive Strength*) yang digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan paving block yang telah dibuat.
8. Oven pengering untuk menguji bahan yang sudah jadi.

### **3.5 Prosedur Penelitiann**

Dalam prosedur penelitian ini pengujian dilakukan berdasarkan cara uji kuat tekan *paving block* menurut SNI 03-0691 1996, dan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua prosedur.

#### **3.5.1 Tahap Pemeriksaan Bahan**

1. Semen

Untuk semen tidak dilakukan pengujian pendahuluan.

2. Agregat Halus ( pasir )

Dilakukan beberapa pengujian terhadap pasir, antara lain:

- a. Pengujian kadar lumpur pasir
- b. Pemeriksaan zat organik dalam pasir
- c. Pengujian analisis saringan pasir
- d. Pengujian kadar air pasir
- e. Pemeriksaan berat jenis pasir

3. Abu tempurung Kelapa

- a. Pengujian kandungan Senyawa Kimia Abu Tempurung kelapa
- b. Pengujian Analisa Saringan Abu Tempurung Kelapa

c. Pemeriksaan berat jenis Abu tempurung Kelapa.

4. Air

Air tidak dilakukan pemeriksaan karena air yang digunakan adalah air PAM yang telah memenuhi standar persyaratan.

### 3.5.2 Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Timbang kebutuhan semen, pasir, (abu tempurung kelapa), dan air yang akan digunakan.
3. Proses pembuatan mortar yaitu dengan mencampur semen, pasir, abu tempurung kelapa menggunakan mesin pengaduk.pada kondisi pasir yang sudah SSD dicek dengan cara mengumpulkan pasir dan menggenggam pasir yang akan digunakan hingga pada saat digenggam runtuh sedikit, dengan demikian maka pasir tersebut dalam kondisi SSD.
4. Setelah tercampur, masukkan air sekitar 80% dengan factor air semen 0,33 sampai campuran mortar homogen.
5. Oleskan cetakan paving block dengan minyak.
6. Kemudian masukkan mortar kedalam mesin cetak press-getar setelah itu di padatkan.
7. Setelah dimasukan kedalam cetakan maka paving block akan tercetak dengan sendirinyasetelah dimasukan mesin press yang mempunyai kekuatan 1000 psi (6,89 MPA).

8. Setelah di cetak *Paving block* yang sudah jadi dikeringkan di tempat yang terlindung dari sinar matahari selama beberapa hari, dengan setiap pagii disiram dengan air secukupnya, kemudian setelah 5 hari ambil benda uji dari tempat penyimpanan dan tunggu sampai 28 hari untuk dilakukan pengujian.
9. Proses perawatan dengan merendam selama 28 hari setelah 24 jam dari proses pengeringan.
10. Ulangi langkah 2 – 7 dengan persentase abu tempurung kelapa yang berbeda.

### **3.5.3 Pengujian Benda Uji**

Dalam penelitian ini akan dilakukan dua jenis pengujian yaitu pengujian sifat fisis (sifat tampak & ukuran) dan pengujian sifat mekanis (kuat tekan & daya serap air) berdasarkan SNI 03-0691 1996 dan pengujian ini dilakukan di Laboratorium Uji Bahan FT-UNJ.

#### **a. Uji Fisis**

Pada uji fisis ini yang akan diuji adalah Uji Penyerapan Air. Uji penyerapan air ini adalah untuk mengetahui kemampuan *paving block* untuk menyerap air setelah dilakukan perendaman selama 24 jam. Dan prosedur pelaksanaannya berdasarkan SNI 03-0691 1996 adalah sebagai berikut :

1. Lima buah benda uji dalam keadaan utuh direndam dalam air hingga jenuh (24jam), ditimbang dalam keadaan basah (A).
2. Kemudian dikeringkan dalam dapur pengering selama kurang lebih 24 jam pada suhu kurang lebih 105<sup>0</sup>C sampai beratnya pada dua kali.

penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% penimbangan yang terdahulu.(B).

3. Penyerapan air dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

A = Berat contoh benda uji pada kondisi basah ( gram )

B = Berat contoh benda uji setelah dikeringkkan oven ( gram ).

## **b. Uji Mekanis**

### 1. Uji Kuat Tekan

Uji mekanis ini akan dilakukan uji kuat tekan. Pada uji kuat tekan ini adalah untuk mengetahui kemampuan *paving block* untuk menahan besarnya beban persatuan luas yang dihasilkan oleh mesin tekan. Prosedur untuk uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Ambil 10 buah benda uji masing-masing dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 10cm x 10.5cm x 8cm.
- b. Letakkan benda uji pada mesin tekan dengan arah penekanan sesuai dengan arah penekanan yang akan digunakan.
- c. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian beban sampai benda uji hancur diatur sehingga tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 2 menit.
- d. Kemudian catat beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji.

### **3.6 Instrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh peralatan yang digunakan dalam proses pemeriksaan bahan, pengujian sifat fisik dan sifat mekanik *paving block* yang telah di kalibrasi.

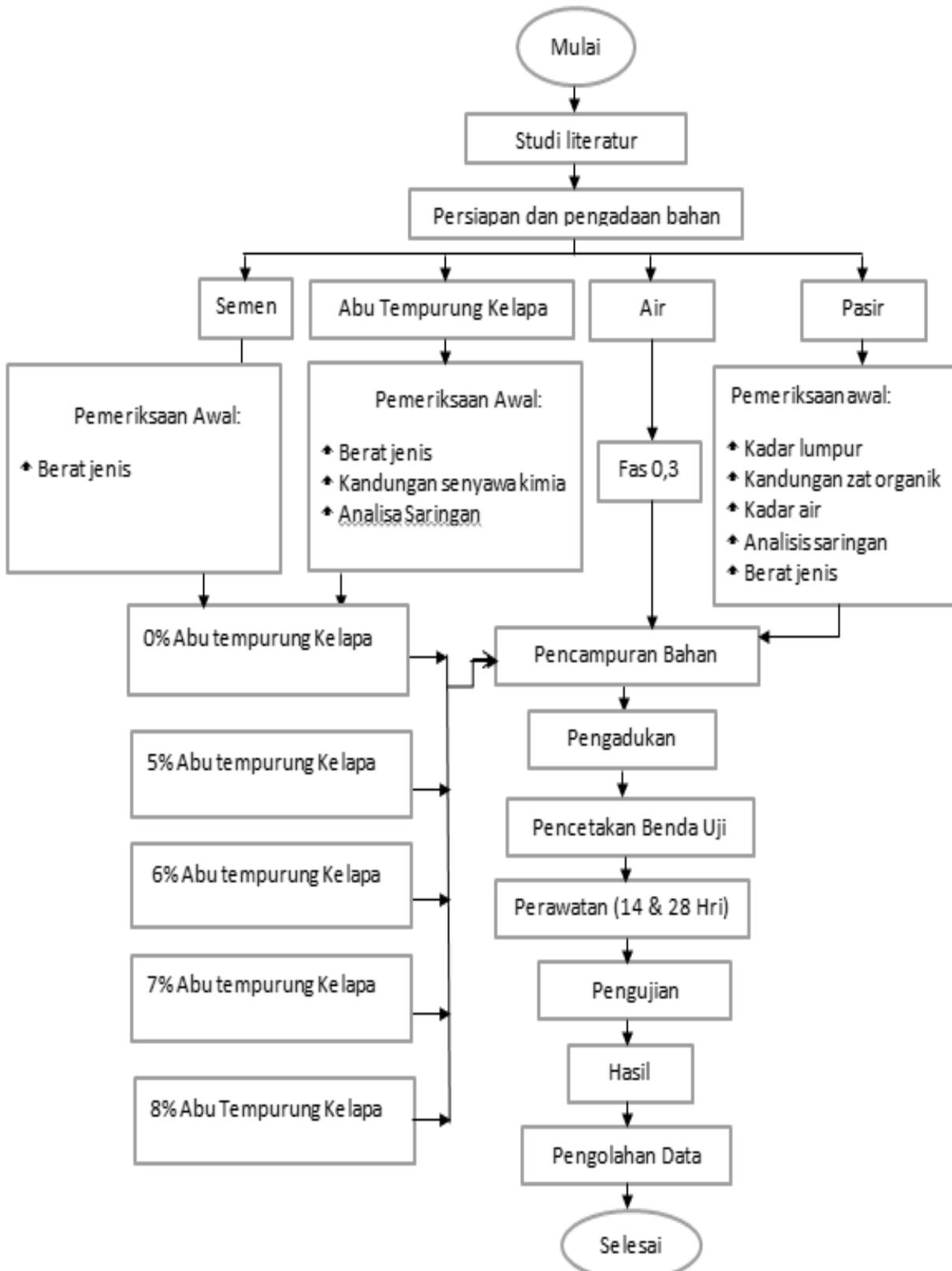
### **3.7 Teknik Pengambilan Data**

Teknik pengambilan data dengan melakukan pengujian sifat fisis (tampak & ukuran) dan sifat mekanis (kuat tekan & daya serap air) yang diambil dari pengujian *paving block* sesuai dengan SNI.

### **3.8 Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang dihasilkan dari pengujian fisis adalah sifat tampak dan ukuran. Sedangkan yang dihasilkan dari pengujian sifat mekanis adalah kuat tekan dan daya serap air yang dilakukan di laboratorium. Hasil pengolahan data akan diolah dalam bentuk diagram batang dan tabel kemudian hasil pengujian akan disimpulkan dan dibahas secara deskriptif dengan analisis sederhana.

### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Uji Pendahuluan

Pada Penelitian ini telah dilakukan uji pendahuluan terhadap agregat halus dan abu tempurung kelapa.



**Gambar : 4.1 Semen (kiri), Pasir (Tengah), Abu Tempurung Kelapa (kanan).  
(Foto Dokumen Pribadi)**

##### 4.1.1 Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir abu batu yang berasal dari daerah majalengka. Hasil uji pendahuluan terhadap pasir dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Pada penelitian uji pasir (agregat halus) ini dilakukan di Lab Praktek Uji Bahan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pasir**

No	Macam-macam Pengujian	Standar Pengujian	Batas Standar maksimal	Hasil
1	Kadar Lumpur	SNI 03-4141-1996	3%	2,83%
2	Zat Organik	SNI 03-1766-1990	Tidak Ada	Tidak Ada
3	Modulus Kehalusan	SNI 03-2834-2000	4%	3,67
4	Kadar Air	SNI 03-1970-1990	5%	4,95%

### 4.1.2 Abu Tempurung Kelapa

Abu Tempurung Kelapa yang digunakan sebagai bahan tambah pada pembuatan *paving block* ini berasal dari tempurung limbah pasar, dilakukan pengabuan pada suhu temperatur  $800^{\circ}$ , setelah dilakukan pengabuan lalu abu tempurung kelapa di saring dengan saringan agregat halus no.200 (0,075 mm). Pada pengujian berat jenis Abu Tempurung Kelapa dilakukan di Lab Praktek Uji Bahan Universitas Negeri Jakarta. Sedangkan pengujian Kandungan Senyawa Kimia dilakukan di Lab Uji Penelitian Fire Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Abu Tempurung Kelapa**

No	Jenis Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	2,1 gram/cm <sup>3</sup>
<b>Kandungan Senyawa Kimia</b>		
No	Senyawa	Kandungan
1	SiO <sub>2</sub>	4,58 %
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,11%
3	CaO	5,74%
4	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,76%

### 4.1.3 Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen tipe I dengan merek dagang ‘Tiga Roda’ yang juga digunakan di pabrik tempat pencetakan *paving block*. Pada pengujian berat jenis semen ini di lakukan di Lab Praktek Uji Bahan fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

**Tabel 4.3 Hasil Pengujian Semen**

<b>Jenis Pengujian</b>	<b>Batas Standar Maksimal</b>	<b>Hasil</b>
Berat Jenis	3,00-3,20 t/m <sup>3</sup>	3,39 gram/cm <sup>3</sup>

**Tabel 4.4 Mix Design**

<b>Komposisi (%)</b>	<b>Berat Seman Per 17 benda Uji (kg)</b>			
	Semen	Pasir	ATK	Air
	1PC : 3PS : 0% ATK	15,3 kg	44,2 kg	-
1PC : 3PS : 5% ATK	15,3 kg	44,2 kg	0,76 kg	4,6 liter
1PC : 3PS : 6% ATK	15,3 kg	44,2 kg	0,92 kg	4,6 liter
1PC : 3PS : 7 % ATK	15,3 kg	44,2 kg	1,07 kg	4,6 liter
1PC : 3PS : 8 % ATK	15,3 kg	44,2 kg	1,22 kg	4,6 liter

#### 4.2 Deskripsi Data

Berdasarkan penelitian paving block dengan menggunakan tambahan abu tempurung kelapa terhadap berat semen. Pembuatan benda uji ini dilakukan dalam 5 kelompok, untuk kelompok I adalah paving block yang tidak menggunakan bahan tambah, dan untuk kelompok II, III, IV, dan V berturut – turut adalah benda uji menggunakan bahan tambah abu tempurung kelapa 5%, 6%, 7%, 8% dari berat semen. Sebelum dilakukan pengujian, masing-masing benda uji diberi tanda untuk membedakan persentase bahan tambah yang digunakan dengan menggunakan simbol I, II, III, IV, dan V.

Kemudian berikutnya ialah penilaian benda uji terhadap ukuran, berat dan kuat tekan, berikut ini secara lengkap data hasil penelitiannya dan selengkapnya terdapat pada lampiran.

### 4.3 Hasil Penelitian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisis (sifat tampak, ukuran dan penyerapan air) dan sifat mekanis (kuat tekan).

#### 4.3.1 Sifat Tampak

Pada pengujian sifat tampak ini *paving Block* terlihat baik, tetapi setelah diamati dengan teliti masih terdapat retakan dan bentuk yang tidak siku dari beberapa benda uji yang telah dibuat untuk penelitian.



**Gambar : 4.2 Pengujian Ukuran Fisik ( kiri ) dan Penimbangan Berat Paving Block (kanan). (Foto Dokumen Pribadi)**

Tabel 4.5 hasil Pemeriksaan Sudut Rusak

kelompok	Benda Uji							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0%	√	√	√	X	√	√	√	√
5%	√	√	√	√	√	√	√	√
6%	√	√	x	√	√	x	√	√
7%	√	x	√	√	√	√	√	√
8%	√	√	√	√	√	√	√	x

Keterangan

√ = siku

x = Tidak siku

Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Permukaan

kelompok	Benda Uji							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0%	√	√	√	X	√	√	√	√
5%	√	√	x	√	√	x	√	√
6%	x	√	√	√	√	x	√	√
7%	√	√	√	√	√	√	√	√
8%	√	√	√	√	x	√	√	√

Keterangan

√ = Rata

x = Tidak Rata

**Tabel 4.7 Hasil Pemeriksaan Cacat dan Retak**

kelompok	Benda Uji							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0%	x	√	√	√	√	√	√	x
5%	√	√	√	√	√	√	√	√
6%	√	√	√	X	√	√	√	√
7%	√	√	√	√	√	√	x	√
8%	√	X	√	√	√	√	√	√

Keterangan

√ = Tidak Cacat

x = Cacat

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada pemeriksaan uji sudut rusuk terdapat ketidak sikuian karena pada pemindahan benda uji terjadi gesekan gesekan yang tidak diinginkan, selain itu juga karena umur benda uji yang pada saat pemindahan baru berumur 2 hari sehingga daya tahannya masih kurang kuat. Pada uji permukaan terjadinya permukaan yang kurang rata hal ini dimungkinkan karena pada proses penempatan benda uji setelah pencetakan secara disusun sehingga benda uji yang paling pertama berada pada posisi paling bawah dan karena tekanan itulah yang diduga menyebabkan terdapatnya benda uji yang kurang rata. Dan untuk kecacatan hal ini juga dikarenakan proses pencetakan yang kurang sempurna pada proses penekanan sehingga proses pepadatan tidak telalu baik.

### 4.3.2 Uji Ukuran dan Berat

Pada uji ukuran dan berat ini, benda uji *paving block* akan diukur ukuran sesuai acuan dengan rencana awal pembuatan. Dan untuk beratnya yang akan dijadikan acuannya ialah benda uji yang tidak menggunakan bahan tambah. Pada uji ini juga terdapat penyimpangan ukuran. Berikut tabel penyimpangan ukuran.

**Tabel 4.8 Penyimpangan Ukuran Rerata dan Toleransi**

Dimensi	Ukuran Cetakan	Toleransi ( $\pm 8\%$ )	Kelompok Sampel (%)				
			0%	5%	6%	7%	8%
<b>Panjang</b>	21	1,68	21,8	217	21,49	21,20	21.14
<b>Lebar</b>	10,5	0,84	10,1	10,62	10,89	10,53	10.64
<b>Tebal</b>	8	0,64	7,57	7,75	8,19	7,87	7.61
<b>Kesimpulan</b>			Lulus Uji	Lulus Uji	Lulus Uji	Lulus Uji	Lulus Uji

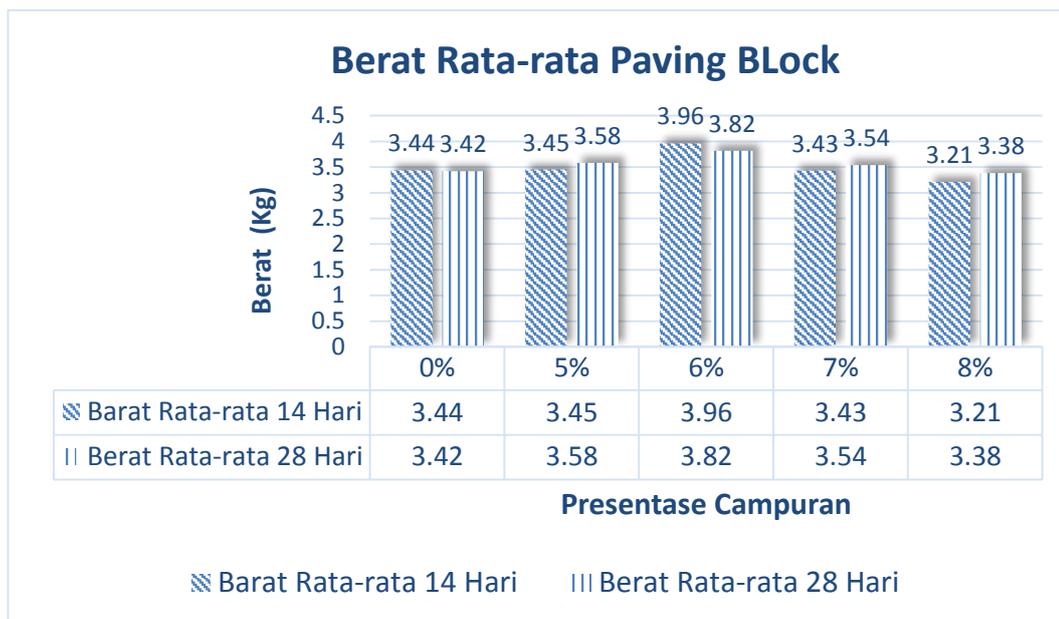
Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel benda uji kelompok 0%, 5%, 6%, 7%, dan 8% memenuhi persyaratan toleransi ukuran menurut SNI 03-0691-1996.

**Tabel 4.9 Dimensi Ukuran Paving Block dan Berat Umur 14 dan 28 Hari**

Ukuran Paving Block Umur 14 Hari / Berat Benda Uji				
variasi %	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gr)
0%	21.235 cm	10.8 cm	7.675 cm	3414.0 gram
0%	21.220 cm	10.611 cm	7.410 cm	3498.4 gram
0%	21.680 cm	10.510 cm	7.613 cm	3422.5 gram
Rata-rata	21.378 cm	10.64 cm	7.556 cm	3444.9 gram

<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
5%	21.220 cm	10.611 cm	7.510 cm	3370.0 gram
5%	21.678 cm	10.670 cm	8.130 cm	3526.2 gram
5%	21.220 cm	10.590 cm	7.610 cm	3353.2 gram
Rata-rata	21.372 cm	10.624 cm	7.75 cm	3451.6 gram
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
6%	21.680 cm	11.210 cm	8.410 cm	4201.2 gram
6%	21.160 cm	10.550 cm	8 cm	3756.6 gram
6%	21.623 cm	10.910 cm	8.17 cm	3949.5 gram
Rata-rata	21.488 cm	10.89 cm	8.19 cm	3969.1 gram
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
7%	21.113 cm	10.530 cm	7.90 cm	3527.1 gram
7%	21.212 cm	10.545 cm	7.712 cm	3308.5 gram
7%	21.267 cm	10.517 cm	8 cm	3475.5 gram
Rata-rata	21.197 cm	10.531 cm	7.871 cm	3437 gram
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
8%	21.145 cm	10.667 cm	7.317 cm	3181.1 gram
8%	21.112 cm	10.545 cm	7.912 cm	3278.4 gram
8%	21.150 cm	10.70 cm	7.6 cm	3180.8 gram
Rata-rata	21.136 cm	10.637 cm	7.609 cm	3213.4 gram
<b>Ukuran Paving Block Umur 28 Hari / Berat Benda Uji</b>				
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
0%	21.145 cm	10.667 cm	7.317 cm	3420.6 gram
0%	21.113 cm	10.545 cm	7.912 cm	3430.5 gram
0%	21.150 cm	10.70 cm	7.60 cm	3432.5 gram
Rata-rata	21.136 cm	10.637 cm	7.609 cm	3427.9 gram
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
5%	21.235 cm	10.8 cm	7.675 cm	3738.4 gram
5%	21.220 cm	10.613 cm	7.410 cm	3595.5 gram
5%	21.680 cm	10.511 cm	7.613 cm	3428.0 gram
Rata-rata	21.378 cm	10.641 cm	7.556 cm	3587.3 cm
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
6%	21.220 cm	10.611 cm	7.510 cm	3654.3 gram
6%	21.679 cm	10.670 cm	8.135 cm	3986.7 gram
6%	21.220 cm	10.590 cm	7.600 cm	3864.5 gram
Rata-rata	21.373 cm	10.623 cm	7.748 cm	3829.2 gram
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
7%	21.680 cm	11.210 cm	8.400 cm	3634.1 gram
7%	21.140 cm	10.551 cm	8.5 cm	3462.1 gram
7%	21.625 cm	10.515 cm	8.17 cm	3541.5 gram

Rata-rata	21.482 cm	10.759 cm	8.36 cm	3549.9 gram
<b>variasi %</b>	<b>Panjang (cm)</b>	<b>Lebar (cm)</b>	<b>Tebal (cm)</b>	<b>Berat (gr)</b>
8%	21.113 cm	10.630 cm	7.316 cm	3131.4 gram
8%	21.212 cm	10.500 cm	7.915 cm	3580.0 gram
8%	21.130cm	10.70 cm	7.50 cm	3432.1 gram
Rata-rata	21.152	10.61 cm	7.577 cm	3381.2 gram



**Gambar 4.3 Grafik Berat Rata-rata Baving Block umur 14 dan 28 hari**

Bila dilihat dari gambar grafik diatas berat *paving block* pada waktu umur 14 hari dari 0% hingga 6% mengalami kenaikan sebesar (3,44-3,45 gram) sampai (3,96 gram), dikarenakan tebal benda uji tersebut dan adanya penambahan sedikit campuran abu tempurung kelapa, sedangkan pada variasi campuran 7% hingga 8% mengalami penurunan dengan berat sebesar (3,43 gram) dan (3,21 gram) ,sedangkan pada kelompok benda uji berat rata rata 28 Hari mengalami hal yang sama terdapat kenaikan dan penurunan pada berat rata-rata *paving block*, pada kelompok benda uji *paving block* 28 hari mengalami kenaikan pada variasi

campuran 0% hingga 6% dengan nilai berat rata rata sebesar 0% (3.42 gram), 5% (3.58 gram), 6% (3,82 gram), sedangkan pada kelompok benda uji yang terdapat pada variasi campuran 7% dan 8% mengalami penurunan, penurunan yang terjadi pada variasi campuran 7% dan 8% ini sebesar 7% (3,54 gram), 8% (3,38 gram).

Terjadi Penurunan ini disebabkan karena adanya banyak rongga. Di samping itu pada saat pembuatan benda uji yang terdapat pada variasi campuran 7% dan 8% ada sedikit agregat halus yang terceccecer pada saat pembuatan di mesin vibrasi, hal ini yang menyebabkan penurunan pada variasi campuran 7% dan 8%, selain dari pada itu semakin banyaknya campuran akan menurunkan berat benda uji, karena pada saat pengadukan di mesin mixer campuran untuk benda uji tersebut terlalu kental dikarenakan FAS 0,3 yang membuat adukan *paving block* di mixer agak sedikit sulit untuk dipadatkan di mesin pencetakan *paving block*. Saat penekanan pada mesin vibrasi kurang maksimal yang mengakibatkan kualitas benda uji menjadi rendah pada presentase 7% dan 8%.

#### **4.3.3 Uji Penyerapan Air**

Hasil dari uji penyerapan didapat dari hasil bagi banyaknya air yang diserap *paving block* dengan *paving block* dalam keadaan kering oven dikali seratus persen, maka didapat hasil persentase penyerapan air.

#### **4.3.4 Uji Kuat Tekan**

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Di Teknik Sipil UNJ didapat hasil pada tabel dibawah ini.

**Tabel 5.0 Uji Daya Serap Air 14 dan 28 Hari**

Hasil Rata-rata Serapan Air 14 Hari		Hasil Rata-rata Serapan Air 28 Hari	
Kelompok	Rata – rata (%)	Kelompok	Rata – rata (%)
0%	4.50%	0%	4.07%
5%	4.98%	5%	4.39%
6%	3.26%	6%	3.06%
7%	4.53%	7%	4.95%
8%	4.53%	8%	6.32%

**Tabel 5.1 Uji Kuat Tekan Rerata 14 dan 28 hari**

Hasil Kuat Tekan Rata-rata 14 hari		Hsil Kuat Tekan Rata-rata 28 Hari	
Kelompok	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Kelompok	Kuat tekan rata-rata (MPa)
0%	12,61	0%	27,93
5%	15,63	5%	29.09
6%	20,37	6%	37.68
7%	14,34	7%	19.27
8%	12,66	8%	17.93

#### 4.4 Pembahasan Penelitian

Dari sampel yang telah diuji tersebut, dapat disimpulkan hasil penelitian sifat fisik (tampak & ukuran) dan sifat mekanik (kuat tekan & daya serap air) sebagai berikut:

##### 4.4.1 Uji Sifat Tampak

Hasil pemeriksaan tampak *paving block* meliputi bidang permukaan *paving block* tidak boleh cacat, rusuk-rusuknya siku terhadap yang lain, rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan (SNI 03-0691-1996). Nilai kelulusan pemeriksaan tampak *paving block* disimpulkan melalui batas kelulusan yang ditentukan kriterianya yaitu 60% dari hasil pemeriksaan benda uji. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa

*paving block* yang dihasilkan memenuhi kriteria persyaratan lolos benda uji yaitu bidang permukaan tidak boleh cacat, rusuknya siku esimpulan hasil pemeriksaan bidang permukaan *paving block* tidak boleh cacat.

**Tabel 5.2 Kesimpulan Hasil Pemeriksaan Bidang Permukaan *Paving block* Tidak Boleh Cacat**

Kelompok benda uji %	Jenis pemeriksaan tampak			Keterangan
	Rata-rata bidang permukaan tidak cacat	Rata-rata rusuk siku terhadap yang lain	Rata-rata sudut rusuk tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan	
0%	√	√	√	Lulus uji
5%	√	√	√	Lulus uji
6%	√	√	√	Lulus uji
7%	√	√	√	Lulus uji
8%	√	√	√	Lulus uji

#### 4.4.2 Penyerapan Air

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan berikut hasil dari uji penyerapan air dalam bentuk gambar diagram dibawah ini.



**Gambar : 4.4 Perendaman (kiri), Penimbangan Berat Basah (Tengah), Pengovenan Paving Block (kanan) (Foto Dokumen Pribadi)**

Tabel 5.3 Data Daya Serap Air Paving Block 14 dan 28 Hari

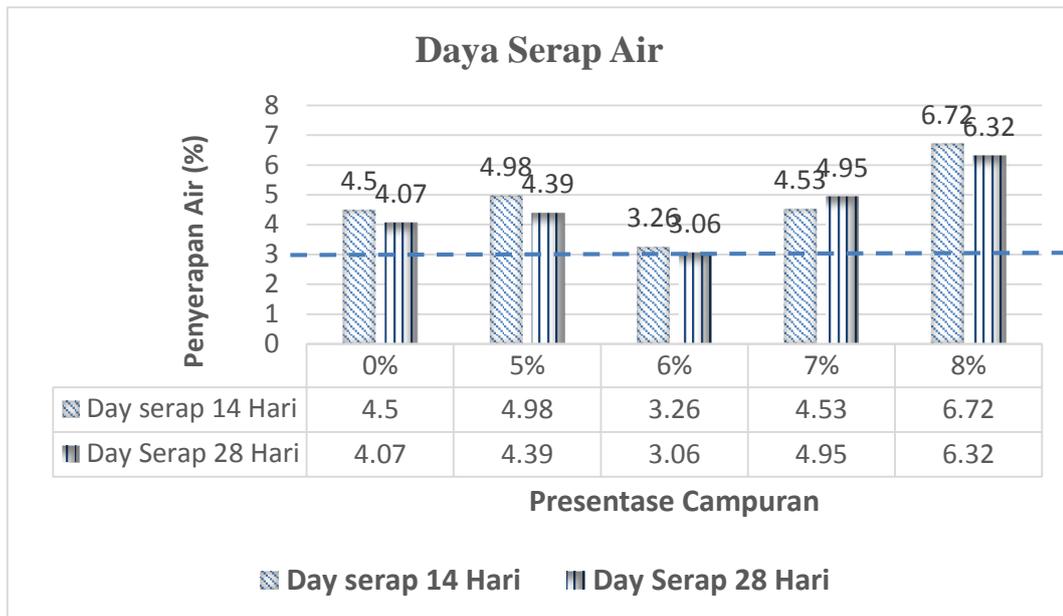
Sampel	Campuran (%) 14 Hari				
	0%	5%	6%	7%	8%
<b>1</b>	4.56%	10.39%	6.13%	3.50%	5.49%
<b>2</b>	5.57%	0.04%	1.70%	7.43%	4.33%
<b>3</b>	7.42%	9.91%	4.72%	2.65%	2.39%
<b>4</b>	4.26%	1.80%	0.02%	1.93%	11.57%
<b>5</b>	0.65%	2.75%	3.70%	7.13%	9.81%
<b>Rata-rata</b>	<b>4.50%</b>	<b>4.98%</b>	<b>3.26%</b>	<b>4.53%</b>	<b>6.72%</b>

Sampel	Campuran(%) 28 Hari				
	0%	5%	6%	7%	8%
<b>1</b>	9.60%	1.81%	0.72%	1.77%	3.16%
<b>2</b>	2.40%	2.37%	8.41%	4.06%	2.23%
<b>3</b>	3.63%	1.97%	1.62%	1.44%	2.26%
<b>4</b>	2.15%	13.14%	3.24%	9.44%	7.29%
<b>5</b>	2.58%	2.65%	1.31%	8.07%	16.68%
<b>Rata-rata</b>	<b>4.07%</b>	<b>4.39%</b>	<b>3.06%</b>	<b>4.95%</b>	<b>6.32%</b>

----- Mutu B

Mutu A



**Gambar 4.5 Grafik Rata-rata Penyerapan Air 14 dan 28 Hari**

Dari grafik diatas diketahui *paving block* yang diuji hanya kelompok presentase 0% dan 5% 6% 7% dan 8%, dari hasil pengujian daya serap air seluruh kelompok benda uji masuk ke dalam kategori klasifikasi daya serap air mutu II, pada variasi penambahan abu tempurung kelapa yang terdapat pada variasi (0%) dan memiliki nilai penyerapan air lebih kecil dibandingkan dengan kelompok variasi campuran (5%) dan (7%). Sedangkan pada campuran kelompok variasi 6% memiliki nilai penyerapan air lebih kecil dibandingkan kelompok variasi 0%,5%,7%,8%. Dapat dilihat bahwa semakin banyak bahan penambah pada variasi tersebut maka semakin besar nilai penyerapan air.

Hal yang mempengaruhi besar kecilnya daya serap air pada suatu *paving block* adalah adanya pori atau rongga udara pada *paving block* tersebut. Semakin sedikit pori atau rongga yang terdapat pada *paving block* maka semakin kecil penyerapan air yang terjadi. Berdasarkan gambar 4.5 Grafik Rata-rata Daya Serap Air, dapat diketahui bahwa penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan

tambah sebesar 6% hampir mendekati mutu I tetapi masuk ke klasifikasi mutu II makaitu dapat memperbaiki reaksi pengikatan antara semen dengan bahan-bahan lain sehingga dapat mengurangi munculnya pori atau rongga setelah semen mengeras akibat kapur lepas.

Nilai penyerapan air yang besar dipengaruhi oleh nilai porositas (perbandingan volume pori yang ditempati oleh fluida terhadap volume total benda uji). Menurut Powers (2011), porositas yang terbuka terisi oleh evaporable water (air yang dapat menguap dan sebagian besar merupakan air yang berada didalam kapiler atau tertahan). Akibat proses hidrasi pada bahan ikat (semen, Abu tempurung kelapa).

Nilai penyerapan air yang semakin besar seiring bertambahnya bahan tambah dapat disebabkan oleh banyaknya senyawa alkali yaitu  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ . Kadar alkali yang tinggi mempengaruhi kecepatan pengerasan semen. Bila dalam pembuatan dipakai batuan yang mengandung silika reaktif dan semennya mengandung alkali tinggi, maka akan terjadi reaksi kimia antara silika dan alkali membentuk senyawa alkali silikat yang higroskopis dan membesarnya volume dalam keadaan basah. Akibat reaksi ini mengakibatkan retak atau pecah. (Tjokrodinulijo,2004:25).

### 4.4.3 Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan pada umur perendaman 14 hari ini menghasilkan kuat tekan yang bervariasi.

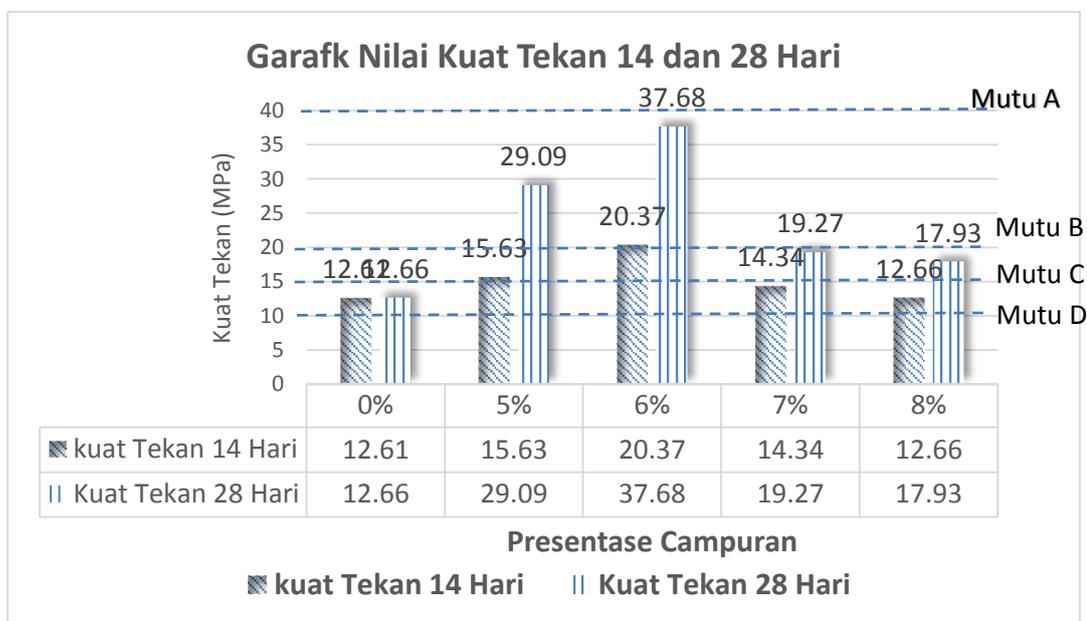


Gambar : 4.6 Proses Pengujian Kuat Tekan Paving Block

Tabel 5.4 Hasil Data Kuat Tekan Paving Block 14 dan 28 Hari

Sampel	Campuran (%) 14 Hari				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	11.55	17.77	19.34	13.48	12.87
2	13.10	16.00	19.93	14.09	12.09
3	13.17	13.13	21.83	15.44	13.04
rata-rata	12.61	15.63	20.37	14.34	12.66
satuan : Mpa					
Sampel	Campuran (%) 28 hari				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	28.84	30.09	39.09	18.52	19.79
2	35.06	35.22	35.25	21.05	20.58
3	19.88	21.94	38.71	18.23	13.43
rata-rata	27.93	29.09	37.68	19.27	17.93
satuan : Mpa					

Dengan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan dari benda uji pada umur 14 hari dan 28 Hari dengan penambahan presentase 0%, 5%, 6%, 7%, 8% dan dibawah ini adalah bentuk gambar grafiknya.



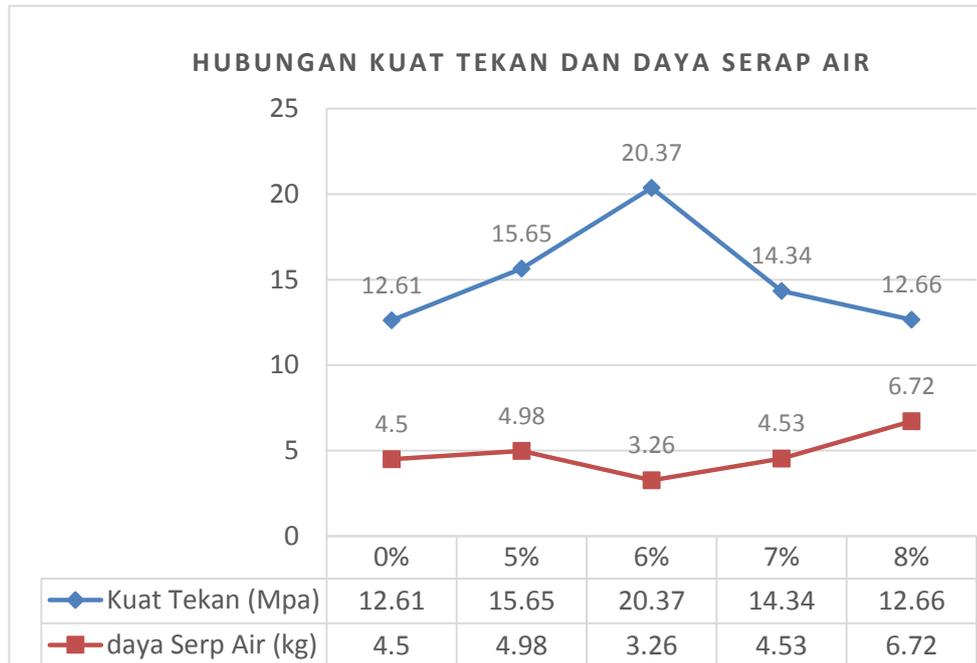
**Gambar 4.7 Grafik Kuat tekan Paving Block 14 dan 28 Hari.**

Berdasarkan gambar dan hasil perhitungan diatas grafik diatas terdapat kuat tekan maksimum pada umur perendaman 28 hari, terdapat pada kelompok penambahan abu tempurung kelapa 6% sebesar (37.68) MPa dan nilai kuat tekan minimum didapat pada kelompok penambahan abu tempurung kelapa 8% (12,66) MPa terdapat pada perendaman umur 14 hari. Dalam standar mutu SNI 03-0691-1996 kelompok 0%,5%,7%,8% pada umur 14 hari masuk mutu kelas II, sedangkan kelompok 6% masuk pada kelas mutu I, Yang memepengaruhi dari kuat tekan dari *paving block* ini dimungkinkan karena berat yang semakin menurun selain itu juga karena penyerapan pada abu tempurung kelapa sebesar 9,7% serta BJ abu tempurung kelapa sebesar 2,1 gr/cm<sup>2</sup> jadi dengan semakin bertambahnya campuran dapat mempengaruhi kuat tekan.

Peningkatan kuat tekan tersebut disebabkan oleh kandungan senyawa yang terdapat pada abu tempurung kelapa. Abu tempurung Kelapa memiliki senyawa yang hampir sama dengan semen dengan kandungan silika dalam abu tempurung kelapa yaitu 4.83%, apabila digiling halus dan saling bereaksi dengan kapur pada semen maka senyawa tersebut akan menjadi kristal-kristal yang saling mengikat/mengunci dan menjadi keras seperti batu yang nantinya dapat memberikan peningkatan kuat tekan pada *paving block*.

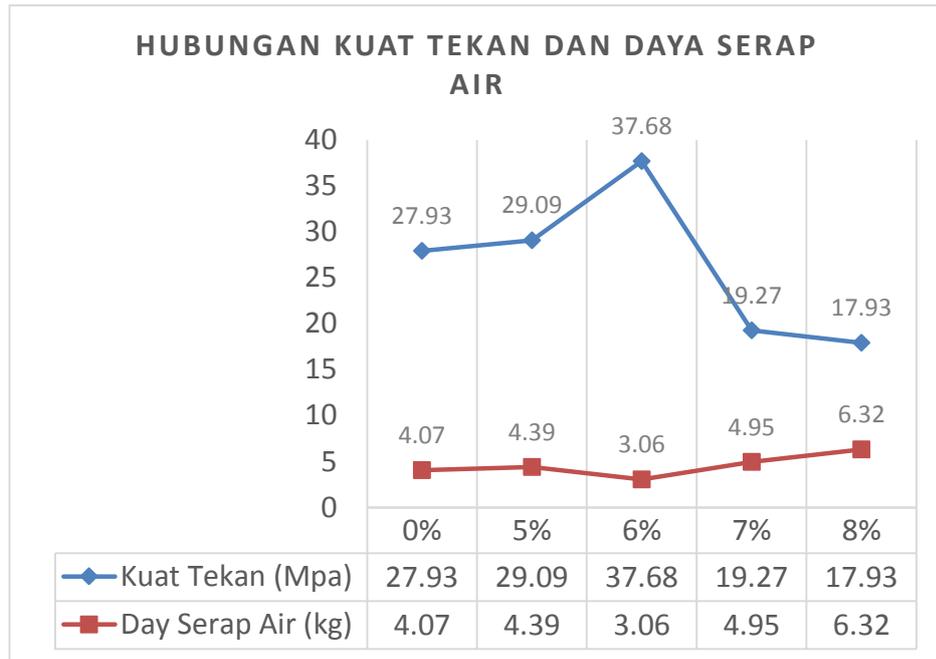
Adapun yang terjadi pada kelompok benda uji 8% (penambahan 8% ATK terhadap semen) mengapa terjadi penurunan kuat tekan, diduga akibat semakin bertambahnya ATK kandungan kapur (CaO) pada semen semakin berkurang sehingga kemampuan semen dalam mengikat bahan campuran lain pada beton semakin buruk. Hal tersebutlah yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan pada *paving block*. Selain itu pada saat pengujian tekan pencampuran bahan yang tidak merata dan pada saat pencetakan yang menggunakan alat pres manual juga dapat menyebabkan tekanan untuk memadatkan benda uji berbeda-beda hal ini yang menyebabkan benda uji yang kurang padat yang dapat menyebabkan kekuatan tekan *paving block* menjadi rendah.

#### 4.5 Analisa Data Keseluruhan



**Gambar 4.8 Grafik Hubungan Rata-Rata Kuat Tekan 14 hari dan Penyerapan Air 28 hari**

Dari gambar diatas dapat disimpulkan seiring terjadinya penurunan daya serap air maka terjadi peningkatan kuat tekan. Hal ini saling berhubungan karena daya serap air yang kecil membuat *paving block* menjadi kedap air. *Paving block* yang kedap air artinya *paving block* tersebut tidak memiliki rongga udara/pori-pori sehingga fisiknya semakin keras dan kokoh. Dapat dilihat pula pada hasil pengujian sifat fisik benda uji. Hal ini membuktikan bahwa semakin kokoh keadaan fisik suatu *paving block* maka daya serap airnya semakin rendah dan kuat tekannya semakin besar.



**Gambar 4.9 Grafik Hubungan Rata-Rata Kuat Tekan 28 hari dan Penyerapan Air 14 hari**

Dari gambar diatas dapat disimpulkan seiring terjadinya penurunan daya serap air maka terjadi peningkatan kuat tekan. Hal ini saling berhubungan karena daya serap air yang kecil membuat *paving block* menjadi kedap air. *Paving block* yang kedap air artinya *paving block* tersebut tidak memiliki rongga udara/pori-pori sehingga fisiknya semakin keras dan kokoh. Dapat dilihat pula pada hasil pengujian sifat fisik benda uji. Hal ini membuktikan bahwa semakin kokoh keadaan fisik suatu *paving block* maka daya serap airnya semakin rendah dan kuat tekannya semakin besar.

#### **4.6 Keterbatasan Penelitian**

Pada penelitian ini terdapat keterbatasan yang menyebabkan kesalahan yang disebabkan oleh beberapa hal berikut:

1. Kurangnya tingkat ketelitian pada proses penimbangan bahan yang akan digunakan karena timbangan yang memiliki ketelitian 1 ons.
2. Proses pemindahan benda uji dari tatakan karena terlalu lama menempel pada papan tatakan jadi terkadang sulit untuk dilepaskan, dan hal tersebut yang membuat benda uji menjadi hasil kurang sempurna dan sebagian ada yang presisi/tidak siku.
3. Terjadinya penurunan berat benda uji disebabkan karena adanya banyak rongga pada benda uji, selain itu pada proses pencampuran bahan pada variasi campuran 7% dan 8% ada sedikit agregat halus yang tercecer saat pembuatan benda uji.
4. Saat penekanan pada mesin vibrasi kurang maksimal yang mengakibatkan kualitas benda uji menjadi rendah pada presentase 7% dan 8%.

## BAB V

### KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Bedasarkan dari hasil penelitian yang dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan campuran yang mendapat nilai optimum yaitu pada komposisi 6% yang dapat meningkatkan kuat tekan paving block dengan mutu kelas I dengan nilai kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 37,68 MPa dan mendapat hasil penyerapan air sebesar 3%.
2. *Paving block* dengan penambahan abu tempurung kelapa pada campuran variasai 0%, 5%, 6%, 7%, 8% dapat memenuhi standar mutu SNI 03-0691 1996.

#### 5.2 Implikasi

Pada hasil penelitian ini memberikan informasi tentang penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block*. Dan dari penelitian ini diketahui dengan penambahan abu tempurung kelapa menghasilkan peningkatan kuat tekan pada penambahan persentase 6% dari berat semen dapat memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam SNI 03-0691-1996 tentang (spesifikasi bata beton *paving block*). Untuk penggunaan dengan variasi komposisi tertentu abu tempurung kelapa ini sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut karena nilai maksimal penambahan belum diketahui secara pasti.

### 5.3 Saran

1. Pada penelitian ini *paving block* penambahan abu tempurung kelapa dengan perbandingan semen dan pasir 1:3 sudah cukup baik. Selain itu mampu meningkatkan kuat tekan dan menaikkan mutu bata beton *paving block* tersebut, oleh karena itu dapat dipertimbangkan bahwa *paving block* dengan penambahan abu tempurung kelapa bisa digunakan sebagai bahan tambah pada pembuatan *paving block* khususnya di industri pembuatan *paving block*.
2. Sebaiknya proses perawatan benda uji *paving block* dilakukan perendaman selama 28 hari karena bila hanya dengan penyiraman saja hasil yang didapat kurang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, 2005. *Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air Dan Ketahanan Aus Paving Block*. Widya Teknika Vol.20 No.1; Maret 2012.
- Badan Standarisasi Indonesia. SNI 03-0691-1996. Bata Beton Paving Block.
- Badan Standar Nasional. 1990. *SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Indonesia. SNI 03-1750-1990. Cara Uji Butiran Ringan di dalam Agregat Beton.
- Badan Standarisasi Indonesia. SNI T-04-1990-F. Klasifikasi Paving Block.
- Badan Standar Nasional. 2002. *SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum. Badan Standarisasi Indonesia. SNI 15-0302-2004. Semen Portland Pozolan.
- Badan Standarisasi Indonesia SNI SNI-15-2049-2004. Semen Portland.
- Fauziah Syifa. 2016. *Studi Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- J.T, Utsev., J.K, Taku. 2012. *Coconut Shell Ash As Partial Replacement of Ordinary Portland Cement In Concrete Production*. International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 1, Issue 8, September 2012. <http://www.ijstr.org/final-print/sep2012/Coconut-Shell-Ash-As-Partial-Replacement-of-Ordinary-Portland-Cement-In-Concrete-Production.pdf> [13 Januari 2014]
- Kumara, Dadang 1992, Akmaludding dkk 1998. *Teknologi Paving Block* 2009. Universitas Lampung. Lampung.
- Lilly, A.A., J.R Collins, 1979, *Laying Concrete Block Pving, Cement and Concrete*
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Nawy, Edward G, 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, PT Erasco Bandung.

- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: ANDI.
- Nugroho, Panji Asto. 2015. *Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pembuatan Genteng Beton*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Palungkun, R., 2001, *Aneka Produk Olahan Kelapa*, Cetakan kesembilan, penebar Swadaya, Jakarta.
- P.B, Madakson., D.S,Yawas, A,Apasi. 2012. *Characterization of Coconut ShellAsh for Potential Utilization in Metal Matrix Composites for AutomotiveApplications*. International Journal of Engineering Science andTechnology (IJEST) Volume 4, No 3, Maret 2012. [http://www.idconline.com/technical\\_references/pdfs/mechanical\\_engineering/Characterization%20of%20Coconut%20Shell%20Ash%20for.pdf](http://www.idconline.com/technical_references/pdfs/mechanical_engineering/Characterization%20of%20Coconut%20Shell%20Ash%20for.pdf) [13 Januari 2014].
- Priyanto Rudy, 2015. *Penggunaan Abu Tempurung Kelapa Sebagai BahanTambah Pada Pembuatan Paving Block Berdasarkan Standara SNI 03-0691-1996*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Septiandini, Erna. 2013. *Bahan Ajar Mata Kuliah Praktek Uji Bahan*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

Lampiran 1

**DATA HASIL PENGUJIAN**

Pengujian : Analisis Saringan Agregat Halus  
 Jenis contoh : Pasir

LABORATORIUM UJI BAHAN BANGUNAN JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA						
ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (PASIR)						
Analisis saringan agregat halus (Pasir) Berat contoh = 1 kg						
Nomor Saringan	Ukuran Lubang Saringan		Berat Tertahan (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Tertahan Kumulatif (%)	Persentase Lolos Kumulatif (%)
	Mm	inch				
-	9.50	8	0	0	0	100
No. 4	4.76		0,5	0,05	0,05	99,95
No. 8	2.38		100,6	10,06	10,11	89,89
No. 16	1.19		231,2	23,12	33,23	66,77
No. 30	0.59		234,9	23,49	56,72	43,28
No. 50	0.297		168,6	16,86	73,58	26,42
No. 100	0.149		201,8	20,18	93,76	6,24
No. 200	0.075		57,9	5,79	99,55	0,45
Wadah			4,5	0,45	100	0
Total			100	100	395,67	

Tanggal uji : 9 – 10 Agustus 2016

$$\text{MHB} = \frac{\text{Presentase Tertahan Kumulatif}}{100} = \text{MHB} = \frac{367}{100} = 3,67 \text{ kg}$$

## Lampiran 2



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

Pengujian : Kadar Air Agregat Halus

Jenis contoh : Pasir Abu Batu

Tanggal Uji : 15 Agustus 2016

No	keterangan	Jumlah (gram)
1	A (Berat Wadah)	106
2	B (Berat Wadah + Bnda Uji )	2106,4
3	C (Berat Benda Uji)	2000
4	D (Berat Benda UJi Kering)	1905,5

$$Kadar Air = \frac{C - D}{D} \times 100\% = 4,95\%$$

## Lampiran 3



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**DATA HASIL PENGUJIAN**

Pengujian : Berat Jenis (Specific Gravity) dan Penyerapan Agregat Halus  
 Jenis contoh : Pasir  
 Tanggal uji : 10 – 11 Agustus 2016

A. Berat piknometer	= 160,7 gram
B. Berat contoh kondisi (SSD)	= 500 gram
C. Berat piknometer + air + contoh (SSD)	= 908,9 gram
D. Berat piknometer + air	= 655,2 gram
1. E. Berat contoh kering	= 397 gram
2. Berat Jenis Semu	= $\frac{E}{E+D-C} = 2,77$
3. Berat Jenis Curah	= $\frac{E}{B+D-C} = 1,61$
4. Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)	= $\frac{B}{B+D-C} = 2,03$
5. Persentase Absorpsi	= $\frac{B-E}{E} \times 100\%$
	Lam 0,26%

## Lampiran 4



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Pengujian** : Kadar Berat Jenis Abu Tempurung Kelapa  
**Jenis contoh** : Abu Tempurung kelapa  
**Tanggal uji** : 11 Agustus 2016

No.	Keterangan	Jumlah
1.	A (Berat Abu tempurung kelapa)	42,5 gram
2.	B (Pembacaan pertama pada skala botol)	0,8 ml
3.	C (Pembacaan kedua pada skala botol)	21 ml

$$\text{Kadar Air} = \frac{A}{C-B} \times d = 2,1 \text{ gram/ml}$$

## Lampiran 5



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Pengujian** : Kadar Berat Jenis Semen  
**Jenis contoh** : Semen  
**Tanggal uji** : 11 Agustus 2016

No.	Keterangan	Jumlah
1.	A (Berat Semen)	71,3 gram
2.	B (Pembacaan pertama pada skala botol)	0,6 ml
3.	C (Pembacaan kedua pada skala botol)	19,5 ml

$$\text{Kadar Air} = \frac{A}{C-B} \times d = 3,39 \text{ gram/ml}$$

## Lampiran 6



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

Pengujian : Kadar Lumpur pada Agregat Halus dengan Cara Pengendapan  
 Jenis Contoh : Pasir abu batu (Majalengka)  
 Tanggal Uji : 8 – 9 Agustus 2016

## Laporan Penelitian :

Bacaan Ukur	Gelas	H Pasir (V1) mm	H Lumpur (V2) mm	H seluruh (V1+V2) mm
	1	310	10	320
	2	355	9	364
	3	330	10	340

Sampel Kadar Lumpur 1 =  $\text{Vol. Lumpur} / \text{Vol. Total} \times 100\% = 10 \text{ ml} / 320 \text{ ml} \times 100\% = 3,1 \%$

Sampel Kadar Lumpur 2 =  $\text{Vol. Lumpur} / \text{Vol. Total} \times 100\% = 9 \text{ ml} / 364 \text{ ml} \times 100\% = 2,5 \%$

Sampel Kadar Lumpur 3 =  $\text{Vol. Lumpur} / \text{Vol. Total} \times 100\% = 10 \text{ ml} / 340 \text{ ml} \times 100\% = 2,9 \%$

***Kadar Lumpur Rata-Rata*** =  $3,1\% + 2,5\% + 2,9\% / 3 = 2,83 \%$

## Lampiran 7



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**DATA HASIL PENGUJIAN**

Pengujian	:	Kandungan Zat Organik dalam Agregat Halus
Berdasarkan SNI	:	SNI 03-2834-2000
Jenis contoh	:	Pasir Abu Batu majalengka
Tanggal Uji	:	12 Agustus 2016



Dari hasil penelitian didapatkan bahwa warna larutan limbah + NaOH dalam botol ukur terlihat lebih muda dari warna standar. Hal ini menunjukkan bahwa pasir tidak mengandung zat organik sehingga dapat digunakan atau sebagai campuran beton.

## Lampiran 8



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN**

Komposisi variasi campuran penelitian (dalam satuan berat) 1Semen:3Pasir

1. 1 Semen : 0% Abu Tempurung Kelapa : 3 Pasir
2. 1 Semen : 5% Abu Tempurung Kelapa : 3 Pasir
3. 1 Semen : 6% Abu Tempurung Kelapa : 3 Pasir
4. 1 Semen : 7% Abu Tempurung Kelapa : 3 Pasir
5. 1 Semen : 8% Abu Tempurung Kelapa : 3 Pasir

Bj Pasir : 2,49 gr/cm<sup>3</sup>

Bj Semen : 3,12 gr/cm<sup>3</sup>

Ukuran Paving Block = 21cm x 10,5cm x 8cm

Volume Paving Block = 21 x 10,5 x 8 adalah 3,5 kg (di timbang dari pabrik)

- Volume semen =  $1/4 \times 3,5 = 0,9$  kg
- Volume pasir =  $3/4 \times 3,5 = 2,6$  kg

Jumlah sampel untuk setiap presentase abu tempurung kelapa adalah 17 buah, maka :

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 0,9 \times 17 \text{ buah} = 15,3 \text{ kg Pasir} \\ &= 2,6 \times 17 \text{ buah} = 44,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Kebutuhan Bahan Paving Block

Komposisi (%)	Berat Seman Per 17 benda Uji (kg)			
	Semen	Pasir	ATK	Air
1PC : 3PS : 0% ATK	15,3 kg	44,2 kg	-	4,6 liter
1PC : 3PS : 5% ATK	15,3 kg	44,2 kg	0,76 kg	4,6 liter
1PC : 3PS : 6% ATK	15,3 kg	44,2 kg	0,92 kg	4,6 liter
1PC : 3PS : 7 % ATK	15,3 kg	44,2 kg	1,07 kg	4,6 liter
1PC : 3PS : 8 % ATK	15,3 kg	44,2 kg	1,22 kg	4,6 liter

- Sehingga jumlah abu tempurung kelapa yang dibutuhkan untuk tiap campuran presentase 0% 5% 6% 7% 8% adalah sebagai berikut :
- Volume Abu Tempurung Kelapa adalah :

$$\text{a. } 5\% = \frac{5}{100} \times 15,3 \text{ kg} = 0,76 \text{ kg}$$

$$\text{b. } 6\% = \frac{6}{100} \times 15,3 \text{ kg} = 0,92 \text{ kg}$$

$$\text{c. } 7\% = \frac{7}{100} \times 15,3 \text{ kg} = 1,07 \text{ kg}$$

$$\text{d. } 8\% = \frac{8}{100} \times 15,3 \text{ kg} = 1,22 \text{ kg}$$

0,3 (nilai FAS) x 15,3 (berat semen 100% untuk setiap peresentase) = 4,6 kg

$$4,6 \times 5 = 23 \text{ kg} \longrightarrow 23 \text{ liter.}$$

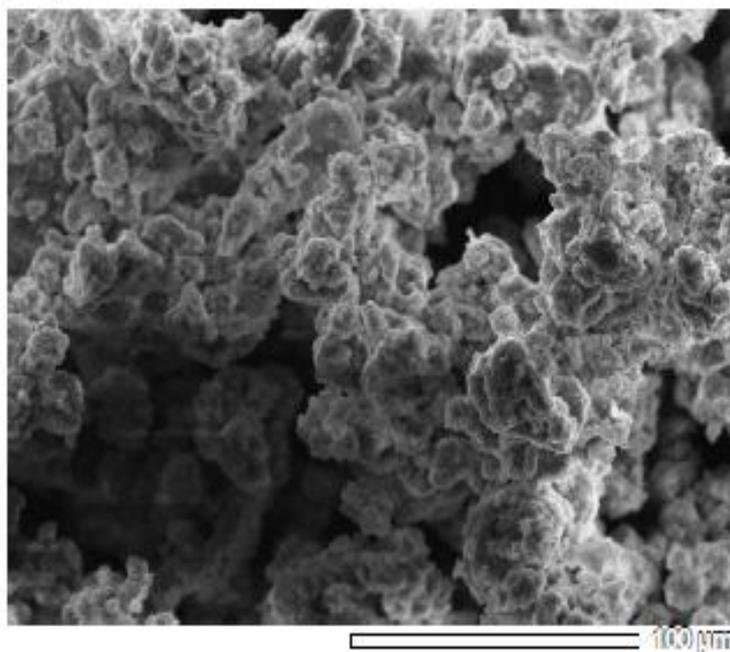
**Total keseluruhan Kebutuhan Bahan 85 Beton Paving Block adalah :**

1. Semen = 76,5 Kg
2. Pasir = 221 kg
3. Abu Tempurung Kelapa = 3,97 kg
4. Air = 23 liter

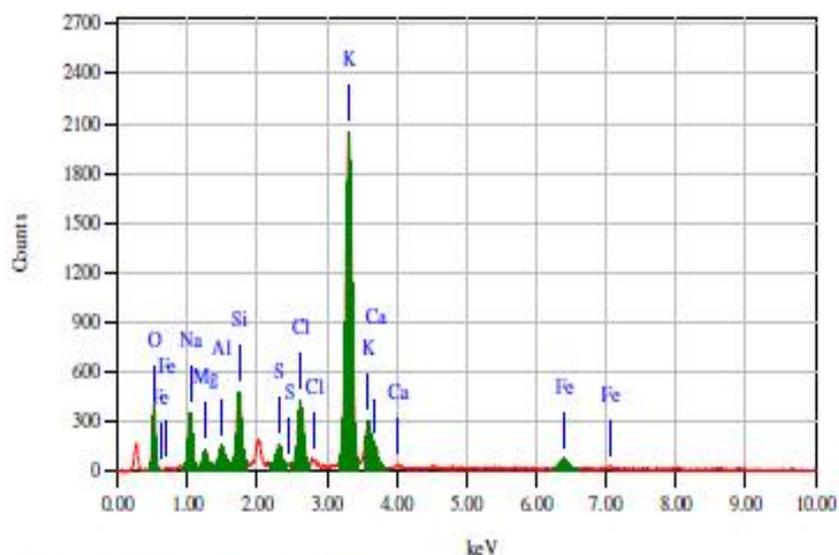
## Lampiran 9

Sampel C

f/1



Title	: IMG1
Instrument	: 6510(LA)
Volt	: 20.00 kV
Mag.	: x 500
Date	: 2016/09/19
Pixel	: 512 x 384



Acquisition Parameter	
Instrument	: 6510(LA)
Acc. Voltage	: 20.0 kV
Probe Current	: 1.00000 nA
PHA mode	: T3
Real Time	: 31.31 sec
Live Time	: 25.00 sec
Dead Time	: 20 %
Counting Rate	: 2175 cps
Energy Range	: 0 - 20 keV

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis  
Fitting Coefficient : 0.9239

Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass%	Cation	K
O K	0.525	43.89	0.76	52.68				30.3716
Na K	1.041	6.30	0.22	6.26				5.0835
Mg K	1.253	1.20	0.17	1.13				0.8110
Al K	1.486	1.17	0.15	0.99				0.9684
Si K	1.739	5.23	0.15	4.25				5.3159
S K	2.307	1.41	0.12	1.00				1.9349
Cl K	2.621	5.10	0.13	3.29				7.0927
K K	3.312	31.59	0.17	18.45				43.4926
Ca K	3.690	1.64	0.23	0.94				2.0245
Fe K	6.398	2.47	0.43	1.01				2.9049
Total		100.00		100.00				

Lampiran 10



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Perhitungan Oksida Abu Tempurung Kelapa**

Massa atom relatif : pengujian Lab. :	Massa atom hasil
O = 16	43,89 %
Na = 23	6,50 %
Mg = 24	1,20 %
Si = 28	5,23 %
S = 32	1,41 %
Cl = 35,5	5,10 %
K = 39	31,59 %
Ca = 40	1,64 %
Fe = 56	2,74 %

➤ Oksida Na<sub>2</sub>O = (2 x 23) + (1 x 16)  
= 62  
O = 16/62 x 6,30 %  
Na<sub>2</sub>O = (2 x 4,11%) + 18,11%  
= 30,71 %

➤ Oksida MgO = (1 x 24) + (1 x 16)  
= 40  
O = 16/40 x 1,20 %  
= 1,8 %  
MgO = 1,02 % + 1,8 %  
= 3 %

- Oksida SiO<sub>2</sub> = (1 x 28) + (2 x 16)  
= 60  
O<sub>2</sub> = 28/32 x 5,25 %  
= 4,58 %  
SiO<sub>2</sub> = 2,87 % + 4,58 %  
= 4,81 %
  
- Oksida SO<sub>3</sub> = (1 x 32) + (3 x 16)  
= 80  
O<sub>3</sub> = 32/48 x 1,41 %  
= 0,94 %  
SO<sub>3</sub> = 0,73 % x 0,94 %  
= 2,35 %
  
- Oksida Cl<sub>2</sub>O = (2 x 35,5) + (1 x 16)  
= 87  
O = 71/16 x 2,53 %  
= 11,23 %  
Cl<sub>2</sub>O = 2,53 % + 11,23 %  
= 27,7 %
  
- Oksida K<sub>2</sub>O = (2 x 39) + (1 x 16)  
= 94  
O = 78/16 x 31,59 %  
= 140,18 %  
K<sub>2</sub>O = 26,96 % + 140,18 %  
= 171,77 %
  
- Oksida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = (2 x 27) + (3 x 16)  
= 102  
O = 54/16 x 1,17 %  
= 3,94 %  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 26,96 % + 3,94 %  
= 5,11%
  
- Oksida CaO = (1 x 40) + (1 x 16)  
= 56  
O = 40/16 x 1,64 %  
= 4,1 %  
CaO = 26,96 % + 4,1 %  
= 5,74%

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Oksida Fe}_2\text{O}_3 &= (2 \times 56) + (3 \times 16) \\
 &= 160 \\
 \text{O} &= 112/16 \times 2,47 \% \\
 &= 17,29 \% \\
 \text{Fe}_2\text{O}_3 &= 26,96 \% + 17,29 \% \\
 &= 19,76\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Masa O} &= 18,11 \% + 1,8 \% + 4,58 \% + 0,94 \% + 27,6 \% + 140,18 \\
 &\% + 3,94 \% + 17,29 \% + 4,1\% = 209,44 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Masa Oksida} &= 30,71 \% + 3 \% + 4,81 \% + 2,35 \% + 27,7 \% + 171,77 \% \\
 &+ 5,11 \% + 5,74 \% + 19,76 \% \\
 &= 257,95 \%
 \end{aligned}$$

Presentase Oksida :

Na <sub>2</sub> O	= ( 30,71 : 257,95)	x 100	= 11,13	
MgO	= ( 3: 257,95)	x 100	= 1,09	
SiO <sub>2</sub>	= ( 4,81: 257,95)	x 100	= 3,55	
SO <sub>3</sub>	= ( 2,35: 257,95)	x 100	= 0,85	
Cl <sub>2</sub> O	= ( 27,7: 257,95)	x 100	= 10,04	
K <sub>2</sub> O	= ( 171,77: 257,95)	x 100	= 62,25	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= ( 5,11: 257,95)	x 100	= 1,85	
CaO	= ( 5,74: 257,95)	x 100	= 2,08	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= ( 19,76: 257,95)	x 100	= 7,16	+
		<u>        </u>		
	Total		= 100	

## Lampiran 11



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Data Hasil Pengujian**

Pengujian : Ukuran dan Sifat Tampak Paving Block 14 hari

Bahan : Paving Block

Penguji : Wahyu Saputra

variasi %	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Barat (gr)
0%	212.35	108	76.75	3414.0
0%	212.20	106.11	74.10	3498.4
0%	216.80	105.10	76.13	3422.5
<b>Rata-rata</b>	<b>21.378</b>	<b>106.4</b>	<b>75.56</b>	<b>3444.9</b>

variasi %	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Barat (gr)
5%	212.20	106.11	75.10	3370.0
5%	216.78	106.70	81.30	3526.2
5%	212.20	105.90	76.10	3353.2
<b>Rata-rata</b>	<b>213.72</b>	<b>10.624</b>	<b>775</b>	<b>3451.6</b>

variasi %	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Barat (gr)
6%	216.80	112.10	84.10	4201.2
6%	211.60	105.50	8	3756.6
6%	216.23	109.10	81.7	3949.5
<b>Rata-rata</b>	<b>214.88</b>	<b>108.9</b>	<b>81.9</b>	<b>3969.1</b>

## Lampiran 11



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

### Data Hasil Pengujian

Pengujian : Ukuran Paving Block 14 Hari

Bahan : Paving Block

Penguji : Wahyu Saputra

variasi %	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Barat (gr)
7%	211.13	105.30	79.0	3527.1
7%	212.12	105.45	77.12	3308.5
7%	212.67	105.17	8	3475.5
<b>Rata-rata</b>	<b>211.97</b>	<b>105.31</b>	<b>78.71</b>	<b>3437</b>

variasi %	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Barat (gr)
8%	211.45	106.67	73.17	3181.1
8%	211.12	105.45	79.12	3278.4
8%	211.50	107.0	76	3180.8
<b>Rata-rata</b>	<b>211.36</b>	<b>106.37</b>	<b>76.09</b>	<b>3213.4</b>

## Lampiran 11



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Data Hasil Pengujian**

Pengujian : Ukuran Paving Block 28 Hari

Bahan : Paving Block

Penguji : Wahyu Saputra

variasi %	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Barat (gr)
0%	21.145 cm	10.667 cm	7.317 cm	3420.6 gram
0%	21.113 cm	10.545 cm	7.912 cm	3430.5 gram
0%	21.150 cm	10.70 cm	7.60 cm	3432.5 gram
<b>Rata-rata</b>	<b>21.136 cm</b>	<b>10.637 cm</b>	<b>7.609 cm</b>	<b>3427.9 gram</b>

variasi %	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Barat (gr)
5%	21.235 cm	10.8 cm	7.675 cm	3738.4 gram
5%	21.220 cm	10.613 cm	7.410 cm	3595.5 gram
5%	21.680 cm	10.511 cm	7.613 cm	3428.0 gram
<b>Rata-rata</b>	<b>21.378 cm</b>	<b>10.641 cm</b>	<b>7.556 cm</b>	<b>3587.3 cm</b>

variasi %	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Barat (gr)
6%	21.220 cm	10.611 cm	7.510 cm	3654.3 gram
6%	21.679 cm	10.670 cm	8.135 cm	3986.7 gram
6%	21.220 cm	10.590 cm	7.600 cm	3864.5 gram
<b>Rata rata</b>	<b>21.373 cm</b>	<b>10.623 cm</b>	<b>7.748 cm</b>	<b>3829.2 gram</b>

## Lampiran 11



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Data Hasil Pengujian**

Pengujian : Ukuran Paving Block 28 Hari

Bahan : Paving Block

Penguji : Wahyu Saputra

variasi %	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Barat (gr)
7%	21.680 cm	11.210 cm	8.400 cm	3634.1 gram
7%	21.140 cm	10.551 cm	8.5 cm	3462.1 gram
7%	21.625 cm	10.515 cm	8.17 cm	3541.5 gram
<b>Rata-rata</b>	<b>21.482 cm</b>	<b>10.759 cm</b>	<b>8.36 cm</b>	<b>3549.9 gram</b>

variasi %	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Barat (gr)
8%	21.113 cm	10.630 cm	7.316 cm	3131.4 gram
8%	21.212 cm	10.500 cm	7.915 cm	3580.0 gram
8%	21.130cm	10.70 cm	7.50 cm	3432.1 gram
<b>Rata-rata</b>	<b>21.152</b>	<b>10.61 cm</b>	<b>7.577 cm</b>	<b>3381.2 gram</b>

## Lampiran 12



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Data Hasil Pengujian**

Pengujian : Kuat Tekan  
 Bahan : Paving Block  
 Penguji : Wahyu Saputra

**Hasil Data Kuat Tekan Paving Block 14 Hari**

Sampel	Campuran %				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	11.55	17.77	19.34	13.48	12.87
2	13.10	16.00	19.93	14.09	12.09
3	13.17	13.13	21.83	15.44	13.04
<b>rata-rata</b>	<b>12.61</b>	<b>15.63</b>	<b>20.37</b>	<b>14.34</b>	<b>12.66</b>

satuan : Mpa

**Hasil Data Kuat Tekan Paving Block 28 Hari**

Sampel	Campuran %				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	28.84	30.09	39.09	18.52	19.79
2	35.06	35.22	35.25	21.05	20.58
3	19.88	21.94	38.71	18.23	13.43
<b>rata-rata</b>	<b>27.93</b>	<b>29.09</b>	<b>37.68</b>	<b>19.27</b>	<b>17.93</b>

satuan : Mpa

## Lampiran 13



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Data Hasil Pengujian**

Pengujian : Penyerapan Air 14 Hari  
 Bahan : Paving Block  
 Penguji : Wahyu Saputra

**Berat Basah Paving Block (A)**

Satuan : gram

Sampel	Campuran				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	3569.8	3720.3	4458.9	3650.4	3355.8
2	3693.4	3527.5	3820.4	3554.4	3420.5
3	3676.6	3585.4	4136	3567.6	3256.9
4	3665.4	3590.1	4358.8	3725.5	3986.5
5	3720.3	3677.2	4278.7	3558.8	3544.7
<b>rata-rata</b>	<b>3665.1</b>	<b>3620.1</b>	<b>4210.56</b>	<b>3611.34</b>	<b>3512.88</b>

**Berat Kering Oven Paving Block (B)**

Satuan : gram

Sampel	Campuran				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	3414	3370	4201.2	3527.1	3181.1
2	3498.4	3526.2	3756.6	3308.5	3278.4
3	3422.5	3353.2	3949.5	3475.5	3180.8
4	3518.5	3529.7	4357.8	3654.8	3573
5	3696.1	3578.8	4126	3321.9	3372.8
<b>rata-rata</b>	<b>3509.9</b>	<b>3471.58</b>	<b>4078.22</b>	<b>3457.56</b>	<b>3317.22</b>

## Lampiran 13



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**Data Hasil Pengujian**

Pengujian : Penyerapan Air 14 Hari  
 Bahan : Paving Block  
 Penguji : Wahyu Saputra

**Berat A - B**

Satuan : gram

Sampel	Campuran				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	155.8	350.3	257.7	123.3	174.7
2	195	1.3	63.8	245.9	142.1
3	254.1	232.2	186.5	92.1	76.1
4	146.9	60.4	1	70.7	413.5
5	24.2	98.4	152.7	236.9	171.9
<b>rata-rata</b>	<b>155.2</b>	<b>148.52</b>	<b>132.34</b>	<b>153.78</b>	<b>195.66</b>

**Daya Serap Air Paving Block (A-B)/B**

Satuan : %

Sampel	Campuran				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	4.56%	10.39%	6.13%	3.50%	5.49%
2	5.57%	0.04%	1.70%	7.43%	4.33%
3	7.42%	6.92%	4.72%	2.65%	2.39%
4	4.18%	1.71%	0.02%	1.93%	11.57%
5	0.65%	2.75%	3.70%	7.13%	5.10%
<b>rata-rata</b>	<b>4.48%</b>	<b>4.36%</b>	<b>3.26%</b>	<b>4.53%</b>	<b>5.78%</b>

## Lampiran 13



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

### Data Hasil Pengujian

Pengujian : Penyerapan Air 28 Hari

Bahan : Paving Block

Penguji : Wahyu Saputra

#### Berat Basah Paving Block (A)

Satuan : gram

Sampel	Campuran (%)				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	3843.7	3944.8	4057.9	3628.4	3552
2	3693.4	3487.4	4385.4	3677.1	3627.1
3	3476	3420.1	3726	3668.6	3391.9
4	3659.4	3868.2	4118.1	3686.2	3822.6
5	3791.3	3529.7	4076.6	3626.7	3958.8
<b>rata-rata</b>	<b>3692.76</b>	<b>3650.04</b>	<b>4072.8</b>	<b>3657.4</b>	<b>3670.48</b>

#### Berat Kering Oven Paving Block (B)

Satuan : gram

Sampel	Campuran (%)				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	3507.1	3874.5	4029	3565.4	3443.1
2	3606.9	3406.5	4045.3	3533.7	3548.1
3	3354.3	3353.9	3666.7	3616.7	3316.8
4	3582.5	3418.8	3988.8	3368.2	3563
5	3696.1	3438.5	4024	3356	3392.8
<b>rata-rata</b>	<b>3549.38</b>	<b>3498.44</b>	<b>3950.76</b>	<b>3488</b>	<b>3452.76</b>

Lampiran 13



**LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

### Data Hasil Pengujian

Pengujian : Penyerapan Air 28 Hari

Bahan : Paving Block

Penguji : Wahyu Saputra

#### Berat A - B

Satuan : gram

Sampel	Campuran (%)				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	336.6	70.3	28.9	63	108.9
2	86.5	80.9	340.1	143.4	79
3	121.7	66.2	59.3	51.9	75.1
4	76.9	449.4	129.3	318	259.6
5	95.2	91.2	52.6	270.7	566
<b>rata-rata</b>	<b>143.38</b>	<b>151.6</b>	<b>122.04</b>	<b>169.4</b>	<b>217.72</b>

#### Daya Serap Air Paving Block (A-B)/B

Satuan : %

Sampel	Campuran (%)				
	0%	5%	6%	7%	8%
1	9.60%	1.81%	0.72%	1.77%	3.16%
2	2.40%	2.37%	8.41%	4.06%	2.23%
3	3.63%	1.97%	1.62%	1.44%	2.26%
4	2.15%	13.14%	3.24%	9.44%	7.29%
5	2.58%	2.65%	1.31%	8.07%	16.68%
<b>rata-rata</b>	<b>4.07%</b>	<b>4.39%</b>	<b>3.06%</b>	<b>4.95%</b>	<b>6.32%</b>

Lampiran 14

### Proses Pembakaran Tempurung Kelapa



Lampiran 15

### Proses Pembuatan Paving Block



**Adukan Adonan Mixer**

**Mesin Vibrasi Paving Block**



**Hasil setelah di buat/cetak**

## Lampiran 16

**Proses Pengujian****Pengukuran Panjang****Pengukuran Tebal****Oven Paving Block****Perendaman benda uji**

## Lampiran 16



**Proses penekanan dengan mesin Kuat Tekan**

No	Paving Block Berat Benda Uji	
	variasi %	Berat (gr)
1	0%	3314.0 gram
2	0%	3398.4 gram
3	0%	3422.5 gram
4	0%	3318.5 gram
5	0%	3396.1 gram
6	<b>Rata rata</b>	<b>3369.9 gram</b>
7	5%	3426.2 gram
8	5%	3353.2 gram
9	5%	3526.7 gram
10	5%	3458.8 gram
11	5%	3321.2 gram
12	<b>Rata rata</b>	<b>3417.2 gram</b>
13	6%	3794.3 gram
14	6%	3684.3 gram
15	6%	4006.7 gram
16	6%	3828.6 gram
17	6%	3808.5 gram
18	<b>Rata rata</b>	<b>3824.5 gram</b>
19	7%	3654.8 gram
20	7%	3321.9 gram
21	7%	3181.1 gram
22	7%	3278.4 gram
23	7%	3180.8 gram
24	<b>Rata rata</b>	<b>3573.0 gram</b>
25	8%	3428.6 gram
26	8%	3366.5 gram
27	8%	3731.3 gram
28	8%	3509.6 gram
29	8%	3381.6 gram
30	<b>Rata rata</b>	<b>3483.5 gram</b>

### Riwayat Penulis



Wahyu Saputra, Lahir di Jakarta pada tanggal 18 November 1991, Putra keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Romli dan Ibu Ismunah. Pendidikan yang pernah ditempuh sekolah dasar di SD Negeri 13 petang Jakarta Barat lulus pada tahun 2004 lalu melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama di SMP Swasta Kesatuan Jakarat dan lulus pada tahun 2007, melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMK Negeri 35 Jakarta lulus pada tahun 2010, Selanjutnya penulis melanjutkan ke jenjang Strata 1 pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik di Universitas Negeri Jakarta masuk melalui jalur SNMPTN. Selama masa kuliah penulis mengikuti kegiatan kemahasiswaan di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil dan menjabat sebagai staff entrepreneur di tahun 2012.

Selain itu penulis juga mengikuti Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Patriro Karo Asri Pembangunan Proyek GS – Fame at Pulomas yang berelokasi di Jl Pulomas Timur Blok A No.2 Pulo gadug Jakarta Timur pada tahun 2013. Dan mengikuti Praktek Keterampilan Mengajar (PKM) di SMK Negeri 56 Jakarta Utara pada tahun 2014 dan menyelesaikan studi strata 1 ditahun 2017 dengan judul skripsi bahan yaitu “ Penambahan Abu tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*. “