

**PEMANFAATAN ALAT TEKAN PENETRASI MODIFIKASI PAVING
BLOCK UNTUK MELIHAT NILAI KUAT TEKAN YANG
DIPENGARUHI OLEH WAKTU PERENDAMAN MENGGUNAKAN
TANAH, SEMEN, DAN KAPUR**

(Skripsi)

Oleh

**MUHAMMAD ALDANI
(1015011105)**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

PEMANFAATAN ALAT TEKAN/PENETRASI MODIFIKASI PAVING BLOCK UNTUK MELIHAT NILAI KUAT TEKAN YANG DIPENGARUHI OLEH WAKTU PERENDAMAN MENGGUNAKAN TANAH, SEMEN, DAN KAPUR

Oleh

MUHAMMAD ALDANI

Paving block atau bata beton terbuat dari bahan campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton. *Paving block* yang akan dibuat dalam penelitian ini menggunakan campuran tanah, kapur dan semen. Pada penelitian ini, dibuat alat penekan modifikasi *paving block* untuk menciptakan inovasi baru yang diharapkan dapat meningkatkan mutu *paving block* tersebut.

Sampel tanah yang digunakan sebagai bahan dasar pada penelitian ini yaitu tanah yang berasal dari daerah Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Lampung Timur. Berdasarkan pengujian sifat fisik tanah, USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi dan termasuk ke dalam kelompok OH. Kadar campuran yang digunakan 85% tanah 10% kapur 5% semen dengan waktu pemeraman selama 14 hari serta dengan perlakuan tidak dibakar dan dibakar pada sampel *paving block* selanjutnya direndam selama 4, 8, 12, dan 16 hari.

Hasil penelitian ini diperoleh nilai rata-rata kuat tekan pada campuran 85% tanah + 10% kapur + 5% semen pasca pembakaran yang terbesar dan direndam selama 4 hari yaitu sebesar 11,7 MPa. Dengan demikian, disamping perilaku pembakaran, lamanya perendaman juga mempengaruhi nilai kuat tekannya. Semakin lama direndam, semakin kecil nilai kuat tekannya. Dan nilai kuat tekan ini memenuhi syarat *paving block* SNI-03-0691-1996 yaitu memenuhi syarat pada klasifikasi mutu D yaitu dengan kuat tekan rata-rata minimal 10 MPa. Selain kuat tekan pengujian, daya serap air yang dihasilkan sebesar 15,5 % -20,32 % yang tidak memenuhi syarat *paving block* SNI-03-0691-1996.

Kata kunci : *Paving block*, tanah lempung organik, kuat tekan, daya serap air, perendaman.

ABSTRACT

THE UTILIZATION OF PRESS EQUIPMENT/MODIFIED PENETRATION OF PAVING BLOCK TO OBSERVE THE PRESSED- VALUE THAT AFFECTED BY TIME OF CONSTRUCTION USING SOIL, CEMENT, AND LIME

By

MUHAMMAD ALDANI

Paving blocks or concrete bricks are made of mixed portland cement or similar hydrolysis, water, and aggregate adhesives or without other additives which do not reduce the quality of concrete itself. Paving blocks that would be made in this study were using a mixture of soil, lime, and cement. In this study, a paving block modification tool was made in order to create new innovations that are expected to improve the quality of paving blocks.

Soil sample that used as base material in this study was taken from Belimbing Sari Village area, Sub Jabung, East Lampung. Based on the testing of soil physical's characteristics, USCS classified soil samples as organic soil with medium to high plasticity and belongs to the OH group. The mixed content which used in this study was 85% soil, 10% lime, and 5% cement with curing time for 14 days, then it was divided with combustion and without combustion treatment on the paving block sample and soaked for 4, 8, 12, and 16 days.

The result of this study was to obtain the average value of pressed-value on a mixture of 85% soil + 10% lime + 5% cement after the largest burning treatment and soaked for 4 days at 11.7 MPa. Thus, in addition to the combustion, the duration of immersion also affects its pressed-value. The longer it had soaked, the smaller its pressed-value would be. Therefore, this pressed-value met the requirement of the paving blocks' SNI-03-0691-1996 that was qualified on the classification of quality D which had the average pressed-value of at least 10 MPa. In addition to the pressed-value, the water absorption rate which was 15.5% -20.32% did not meet the paving blocks' requirement of SNI-03-0691-1996.

Keywords: Paving block, organic clay soil, compressive strength, water absorption, soaking.

**PEMANFAATAN ALAT TEKAN PENETRASI MODIFIKASI PAVING
BLOCK UNTUK MELIHAT NILAI KUAT TEKAN YANG
DIPENGARUHI OLEH WAKTU PERENDAMAN MENGGUNAKAN
TANAH, SEMEN, DAN KAPUR**

Oleh

MUHAMMAD ALDANI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi

**: PEMANFAATAN ALAT TEKAN PENETRASI
MODIFIKASI PAVING BLOCK UNTUK
MELIHAT NILAI KUAT TEKAN YANG
DIPENGARUHI OLEH WAKTU
PERENDAMAN MENGGUNAKAN TANAH,
SEMEN, DAN KAPUR**

Nama Mahasiswa

: Muhammad Aldani

Nomor Pokok Mahasiswa : 1015011105

Jurusan

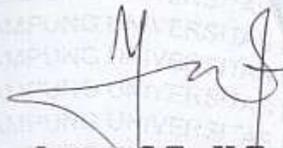
: S1 Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Iswan, S.T., M.T.

NIP 19720608 200501 1 001



Ir. Setyanto, M.T.

NIP 19550830 198403 1 001

2. Ketua Jurusan



Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.

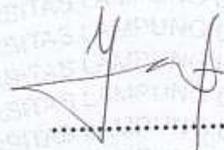
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

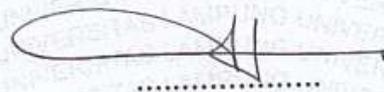
Ketua

: Iswan, S.T., M.T.



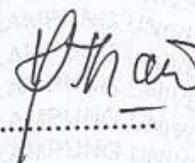
Sekretaris

: Ir. Setyanto, M.T.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 September 2017

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 September 2017



Penulis,


Muhammad Aldani

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bandar Lampung, pada tanggal 12 Juni 1993, merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Tole Dailami dan Ibu Pandan Sari.

Penulis memiliki satu orang saudara perempuan yang bernama Kartika Maharani.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 2 Rawa LAUT. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMPN 2 Bandar Lampung. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMAN 2 Bandar Lampung.

Pada tahun 2014, penulis melakukan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan Masjid dan Pondok Pesantren Darrul Fattah II. Pada tahun 2015 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gedung Aji, Kecamatan Gedung Aji, Kabupaten Tulang Bawang selama 40 hari dengan tema “POSDAYA”, pada tahun 2016 penulis mengambil skripsi dengan judul “PEMANFAATAN ALAT TEKAN PENETRASI MODIFIKASI PAVING BLOCK UNTUK MELIHAT NILAI KUAT TEKAN YANG DIPENGARUHI OLEH WAKTU PERENDAMAN”.

Saat menjadi mahasiswa penulis aktif dalam mengikuti organisasi kampus, organisasi yang diikuti adalah Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung pada tahun 2012-2013.

MOTTO

“Belajar dari masa lalu, hidup untuk masa kini, dan berharap untuk masa yang akan datang”
(Albert Einstein)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”
(Thomas Alva Edison)

“Kemenangan yang indah-indahnya dan sesukar-sukarnya yang boleh direbut manusia adalah menundukkan diri sendiri”
(R.A. Kartini)

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikan dengan baik”
(H.R. Thabrani)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya Menggunakan untuk memotong, ia akan memotongmu”
(H.R. Muslim)

”Lakukan segala sesuatu dengan semaksimal mungkin, maka hasil yang diraih tidak akan pernah mengecewakanmu”
(Muhammad Aldani)

Persembahan

Skripsi karya ini untuk

Ayahanda tercinta Tole Dailami,

Ibunda tercinta Pandan Sari,

Adik tercinta Kartika Maharani,

Sahabat tercinta Diah Gayatri Arumaningrum,

*Teman yang selalu menjadi pengingat dan motivator dalam
perkuliahan, Rifan Wiguna, Jefri Agus Hidayat, M. Abi Berkah*

Nadi, Yodi Priambodo, Rizki Abadian Nur

Seluruh Keluarga Teknik Sipil khususnya angkatan 2010

JAYA TERUS ALMAMATERKU !!!!!

SANWACANA

Alhamdulillah Robbil 'Alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul **Pemanfaatan Alat Tekan/Penetrasi Modifikasi Paving Block Untuk Melihat Nilai Kuat Tekan Yang Dipengaruhi Oleh Waktu Perendaman Menggunakan Tanah, Semen, Dan Kapur** dapat terselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada program reguler Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Prof. Drs. Suharno, M.sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Iswan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I skripsi..

4. Ir. Setyanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing II skripsi.
5. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D. E. A. selaku Dosen Penguji skripsi.
6. Hasti Riakara Husni, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademis.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
8. Kedua orang tua penulis (Tole Dailami dan Pandan Sari) yang telah memberikan restu dan doanya, adikku (Kartika Maharani).
9. Sahabat yang selalu memberi dukungan (Diah Gayatri Arumaningrum)
10. Teman yang selalu mengingatkan dan mendukung (Abed, Aria, Frans, Yodi)
11. Rekan satu penelitian (Jefri dan Rifan)
12. Seluruh keluarga besar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, khususnya angkatan 2010

Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis sangat berharap karya kecil ini dapat bermanfaat bagi pembaca, terutama bagi penulis sendiri.

Bandar Lampung, 12 September 2017

Penulis,

Muhammad Aldani

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. <i>Paving Block</i>	6
1. Klasifikasi Berdasarkan Bentuk.....	8
2. Klasifikasi Berdasarkan Ketebalan	8
3. Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan	9
4. Klasifikasi Berdasarkan Warna.....	9
5. Kuat Tekan	9
B. Tanah.....	13
1. Pengertian Tanah.....	13

2. Klasifikasi Tanah.....	15
a. Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified (Unified Soil Classification System / USCS)</i>	15
b. Sistem Klasifikasi AASHTO.....	18
C. Tanah Lempung	19
D. Serbuk Batu Kapur.....	21
1. Pembentukan Batu Kapur.....	22
a. Secara Organik	22
b. Secara Mekanik	22
c. Secara Kimia	22
2. Kegunaan Batu Kapur	22
a. Batu Bangunan	22
b. Industri Kaca	22
c. Industri Semen.....	22
E. Air	23
F. Semen.....	23

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian	27
B. Metode Pengambilan Sampel	27
C. Alat Penetrasi Modifikasi	28
D. Metode Pencampuran Sampel dan Pencetakan Benda Uji	28
E. Proses Pemeraman	29
F. Pelaksanaan Pembakaran Sampel	30
G. Proses Perendaman	30

H. Pelaksanaan Pengujian.....	31
I. Urutan Prosedur Penelitian	34
J. Analisis Hasil Penelitian	35

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Uji Sifat Fisik Tanah.....	37
B. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan	43
1. Hasil Uji Kuat Tekan Tanpa Pembakaran.....	44
2. Hasil Uji Kuat Tekan Dengan Pembakaran	47
C. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Tanpa dan Dengan Pembakaran.....	50
D. Hasil Uji Daya Serap Air	51
E. Analisis Kuat Tekan dan Daya Serap Air	54

V. PENUTUP

A. Kesimpulan	56
B. Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pola Pemasangan <i>Paving Block</i>	7
Gambar 2.2. Berbagai Macam Bentuk <i>Paving Block</i>	8
Gambar 2.3. Grafik Hubungan Penurunan Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	11
Gambar 2.4. Hubungan Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Pasca Bakar Dengan Nilai Kuat Tekan	12
Gambar 3.1. Alat Pemadat Modifikasi.....	28
Gambar 3.2. Penampang Cetakan <i>Paving Block</i>	29
Gambar 3.3. Sketsa Uji Kuat Tekan.....	33
Gambar 3.4. Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 4.1. Uji analisa saringan	39
Gambar 4.2. Diagram Plastisitas Berdasarkan USCS.....	42
Gambar 4.3. Diagram Plastisitas Berdasarkan AASTHO.....	43
Gambar 4.4. Hubungan Antara Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Tanpa Pembakaran Dengan Jangka Waktu Perendaman.....	46
Gambar 4.5. Hubungan Antara Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Pembakaran Dengan Jangka Waktu Perendaman.....	49

Gambar 4.6. Hubungan Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Jangka Waktu Perendaman Tanpa Pembakaran dan Dengan Pembakaran.	50
Gambar 4.7. Hubungan Nilai Daya Serap Air <i>Paving Block</i> Dengan Pembakaran Terhadap Jangka Waktu Perendaman.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kekuatan Fisik <i>Paving Block</i>	6
Tabel 2.2. Kombinasi Mutu, Bentuk, Tebal dan Pola Pemasangan <i>Paving Block</i>	7
Tabel 2.3. Tabel Penurunan Kuat Tekan Pra dan Pasca Pembakaran	10
Tabel 2.4. Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	16
Tabel 2.5. Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem <i>Unified</i>	17
Tabel 2.6. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	19
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisis Ukuran Butiran Tanah	38
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli	40
Tabel 4.3. Data Hasil Uji Sampel Tanah Asli	41
Tabel 4.4. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tanpa Bakar Perendaman 4 Hari	44
Tabel 4.5. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tanpa Bakar Perendaman 8 Hari	45
Tabel 4.6. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tanpa Bakar Perendaman 12 Hari ..	45
Tabel 4.7. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tanpa Bakar Perendaman 16 Hari ..	45
Tabel 4.8. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Dibakar Perendaman 4 Hari	47
Tabel 4.9. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Dibakar Perendaman 8 Hari	48
Tabel 4.10. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Dibakar Perendaman 12 Hari	48
Tabel 4.11. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Dibakar Perendaman 16 Hari	48
Tabel 4.10. Nilai Daya Serap Air Perendaman 4 Hari	52

Tabel 4.11. Nilai Daya Serap Air Perendaman 8 Hari.....	52
Tabel 4.12. Nilai Daya Serap Air Perendaman 12 Hari.....	53
Tabel 4.13. Nilai Daya Serap Air Perendaman 16 Hari.....	53

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia pada era globalisasi seperti sekarang ini sangat pesat dan merata, terutama pembangunan sarana transportasi berkorelasi dengan peningkatan pertumbuhan yang sangat tinggi. Adapun yang terjadi pada saat ini, pembangunan sarana transportasi di tiap daerah mulai terlihat hasilnya. Seiring dengan kemajuan zaman, maka sarana transportasi pun harus ikut berkembang sesuai dengan kebutuhan. Saat ini banyak sekali pembangunan yang dilakukan demi tercapainya pemenuhan fasilitas bagi manusia. Untuk berlangsungnya pemenuhan fasilitas tersebut. Salah satu bagian sarana dan prasarana yang penting adalah konstruksi perkerasan. Saat ini sarana dan prasarana jalan salah satunya dengan menggunakan *paving block*.

Pemakaian *paving block* (bata beton) sebagai bahan material pelengkap bangunan banyak digunakan sebagai unsur bangunan untuk pembuatan konstruksi bangunan, khususnya untuk perkerasan pekarangan atau halaman, jalan lingkungan dan pelataran parkir. *Paving block* sudah lama dikenal di Indonesia karena memiliki beberapa kelebihan, diantaranya memiliki sifat kuat tekan yang cukup baik, umur rencana lebih lama, dapat menahan beban dalam

batasan tertentu, efisien di dalam pemasangan, hemat dalam penggunaannya, ekonomis dalam harga belinya dan merupakan konstruksi ramah lingkungan

Paving block atau bata beton adalah suatu komponen bahan bangunan yang dibuat dari bahan campuran semen *portland* atau bahan perekat lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang tidak mengurangi mutu *paving block* tersebut. (SNI-03-0691-1996).

Akan tetapi, penggunaan semen dan pasir sebagai agregat sudah sering digunakan dalam pembuatan *paving block* yang diproduksi pada umumnya. Salah satu upaya untuk menciptakan inovasi baru pada pembuatan *paving block* yaitu peneliti menggunakan bahan tanah lempung dan bahan campuran *paving block* yaitu dengan mencoba menggunakan bahan *additive* semen dan serbuk kapur.

Komposisi bahan dasar yaitu tanah lempung sebagai pengganti material pasir dan bahan campuran *paving block* yaitu dengan mencoba menggunakan semen dan serbuk kapur pada umumnya yang dapat mempengaruhi kuat tekan *paving block* serta menghemat pemakaian material penyusunannya tanpa mempengaruhi atau mengurangi kekuatan aslinya. Misalnya dalam kondisi di lapangan yaitu untuk jalan yang sering dilalui beban-beban tertentu, baik beban manusia atau kendaraan. Dengan metode pembuatan *paving block* dilakukan secara mekanis menggunakan alat penetrasi modifikasi dengan tekanan press *paving block*. yang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan *paving block* tersebut sehingga dapat menghasilkan *paving block* yang relatif murah namun memiliki kualitas yang baik yang dapat digunakan oleh masyarakat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang ada di Desa Belimbing Sari, Lampung Timur ?
2. Bagaimana pengaruh dari pemanfaatan serbuk kapur dan semen sebagai campuran tanah untuk perkuatan *paving block* ?
3. Bagaimana pengaruh tekanan press pada proses pembuatan *paving block* terhadap mutu *paving block* yang dihasilkan ?
4. Adakah pengaruh perendaman yang digunakan pada proses pembuatan *paving block* terhadap mutu *paving block* dilihat dari nilai kuat tekan dan daya serap air yang dihasilkan ?

C. Batasan Masalah

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan tanah yang diambil dari Desa Belimbing Sari, Timur.
2. Material serbuk kapur dan semen
3. *Paving block* terbuat dari tanah lempung dengan serbuk kapur dan semen
4. Pengujian karakteristik tanah berupa:
 - a. Uji kadar air
 - b. Uji analisis saringan
 - c. Uji berat jenis
 - d. Uji batas *atterberg*
 - e. Uji pemadatan tanah

5. Perbandingan campuran kapur yang digunakan 10 % kapur, 5 % semen dan 85 % tanah lempung.
6. *Paving block* dicetak menggunakan alat penetrasi modifikasi dengan tekanan press yang optimal dengan cetakan berbentuk persegi panjang dengan panjang 200 mm, lebar 100 mm dan tebal 60 mm.
7. Pemeraman sampel selama 14 hari
8. Pembakaran selama 2x24 jam.
9. Pengujian kuat tekan untuk *paving block* yang tidak dibakar dan telah dibakar yang sudah melewati masa perendaman.
10. Uji daya serap air untuk *paving block* yang telah dibakar setelah *paving block* direndam selama 4 hari, 8 hari, 12 hari, dan 16 hari.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis dari tanah yang ada di Desa Belimbing Sari, Lampung Timur.
2. Untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan serbuk kapur dan semen sebagai campuran tanah untuk perkuatan *paving block*.
3. Untuk mengetahui pengaruh tekanan press pada proses pembuatan *paving block* terhadap mutu *paving block* yang dihasilkan.
4. Untuk mengetahui pengaruh perendaman yang digunakan pada proses pembuatan *paving block* terhadap mutu *paving block* dilihat dari nilai kuat tekan dan daya serap air yang dihasilkan.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan informasi mengenai komposisi serbuk kapur dan semen yang optimal sehingga menghasilkan *paving block* dengan mutu yang baik secara ekonomis.
2. Memberikan informasi mengenai besarnya tekanan press yang optimal agar dapat menghasilkan *paving block* yang sesuai standar mutu.
3. Sebagai informasi dalam mengoptimalkan bahan baku tanah lempung lunak dalam pembuatan *paving block*.
4. Memberikan pengetahuan tentang penggunaan material sekunder, dalam penelitian ini tanah lempung lunak yang dijadikan *paving block* sebagai bahan pengganti material primer dalam pekerjaan sipil.
5. Sebagai informasi mengenai daya serap air dan nilai kuat tekan terhadap pengaruh perendaman *paving block* yang terbuat dari tanah lempung lunak dengan campuran serbuk kapur dan semen dalam beberapa variasi waktu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Paving block*

Paving block menurut SII.0819-88 adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut.

Dalam penelitian ini *paving block* terbuat dari campuran tanah lempung dengan bahan tambahan serbuk kapur sebagai pengganti bahan utama *paving block* yaitu semen dan pasir.

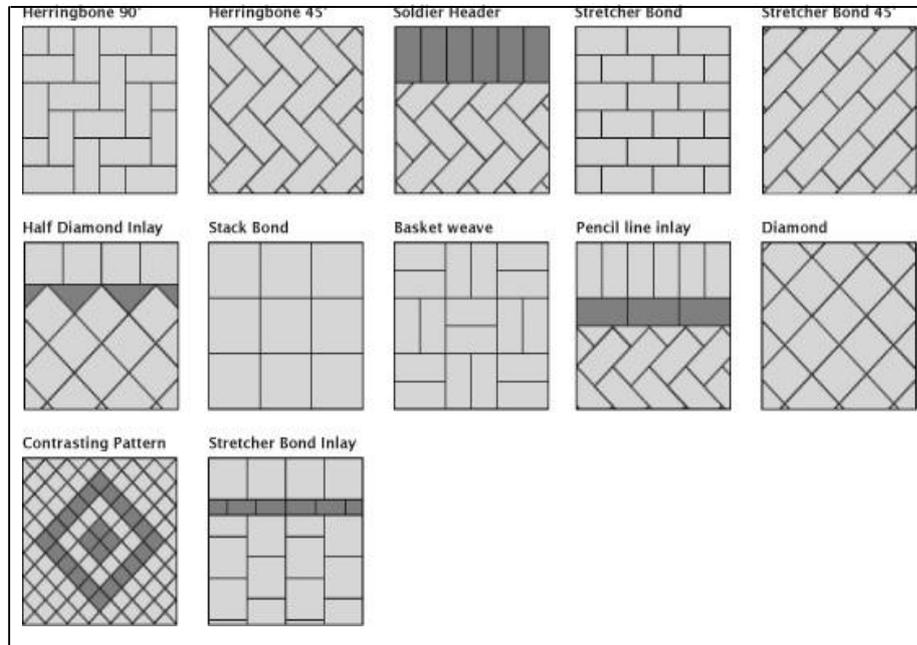
Paving block untuk lantai mempunyai syarat kekuatan fisik sebagai berikut :

Tabel 2.1. Kekuatan Fisik *Paving Block*.

	Kegunaan	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-Rata Maksimal (%)
		Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	Perkerasan Jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan Kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996.

Dalam pelaksanaan lapis perkerasan *paving block* dipergunakan beberapa pola pemasangan *paving block*, yaitu :



Gambar 2.1. Pola Pemasangan *Paving Block*.

Berikut ini adalah kombinasi mutu, bentuk, tebal dan pola pemasangan *paving block* yang digunakan sesuai dengan penggunaannya :

Tabel 2.2. Kombinasi Mutu, Bentuk, Tebal dan Pola Pemasangan *Paving block*.

No.	Penggunaan	Kombinasi		
		Kelas	Tebal (mm)	Pola
1.	Trotoar dan pertamanan	II	60	SB, AT, TI
2.	Tempat parkir dan garasi	II	60	Sb, AT, TI
3.	Jalan lingkungan	I/II	60/80	TI
4.	Terminal Bus	I	80	TI
5.	<i>Container Yard, Taxy Way</i>	I	100	TI

Sumber : SK SNI T-04-1990-F.

Catatan Pola : SB = Susunan Bata, AT = Anyaman Tikar, TI = Tulang Ikan.

Menurut SK SNI T-04-1990-F, klasifikasi *paving block* ini berdasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan, dan warna.

1. Klasifikasi Berdasarkan Bentuk

Klasifikasi berdasarkan bentuk *paving block* Secara garis besar terbagi atas dua macam, yaitu :

- a. *Paving block* bentuk segi empat.
- b. *Paving block* bentuk segi banyak.



Gambar 2.2. Berbagai Macam Bentuk *Paving Block*.

2. Klasifikasi Berdasarkan Ketebalan

Klasifikasi berdasarkan ketebalan *Paving block* terbagi menjadi tiga macam, yaitu :

- a. *Paving block* dengan ketebalan 60 mm, untuk beban lalu lintas ringan.
- b. *Paving block* dengan ketebalan 80 mm, untuk beban lalu lintas sedang sampai berat.
- c. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm, untuk beban lalu lintas super berat.

Pemilihan bentuk dan ketebalan dalam pemakaian harus disesuaikan dengan rencana penggunaannya, dalam hal ini juga harus diperhatikan kuat tekan *paving block* tersebut.

3. Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan

Pembagian kelas *paving block* berdasarkan mutu betonnya adalah :

- a. *Paving block* dengan mutu beton I dengan nilai $f'c$ 34 – 40 Mpa.
- b. *Paving block* dengan mutu beton II dengan nilai $f'c$ 25,5 – 30 Mpa.
- c. *Paving block* dengan mutu beton III dengan nilai $f'c$ 17 – 20 Mpa.

4. Klasifikasi Berdasarkan Warna

Berdasarkan warnanya *paving block* biasanya berwarna abu-abu, hitam, dan merah. *Paving block* yang berwarna kecuali untuk menambah keindahan juga dapat digunakan untuk memberi batas seperti tempat parkir.

5. Kuat Tekan

Kuat tekan *paving block* merupakan salah satu parameter kualitas mutu yang harus diperhatikan selain ketahanan aus dan daya serap air. Kuat tekan *paving block* sangat dipengaruhi oleh perbandingan bahan penyusunnya.

Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Kuat hancur dari *paving block* dipengaruhi oleh sejumlah faktor, yaitu :

- a. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat tekan bebas beton.

- b. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat.
- c. Efisiensi dari perawatan (*curing*), kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.
- d. Suhu, pada umumnya kecepatan pengerasan beton meningkat dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang sama.

Paving block jenis bata yang menggunakan bahan pasir, semen, dan air dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tebal 6 cm yang dicetak menggunakan mesin cetak *press hidraulik* yang bertempat di industri *paving block* Paving Lestari di Kec. Raja Basa memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 191,80 Kg/cm². (Sebayang, Surya. 2011)

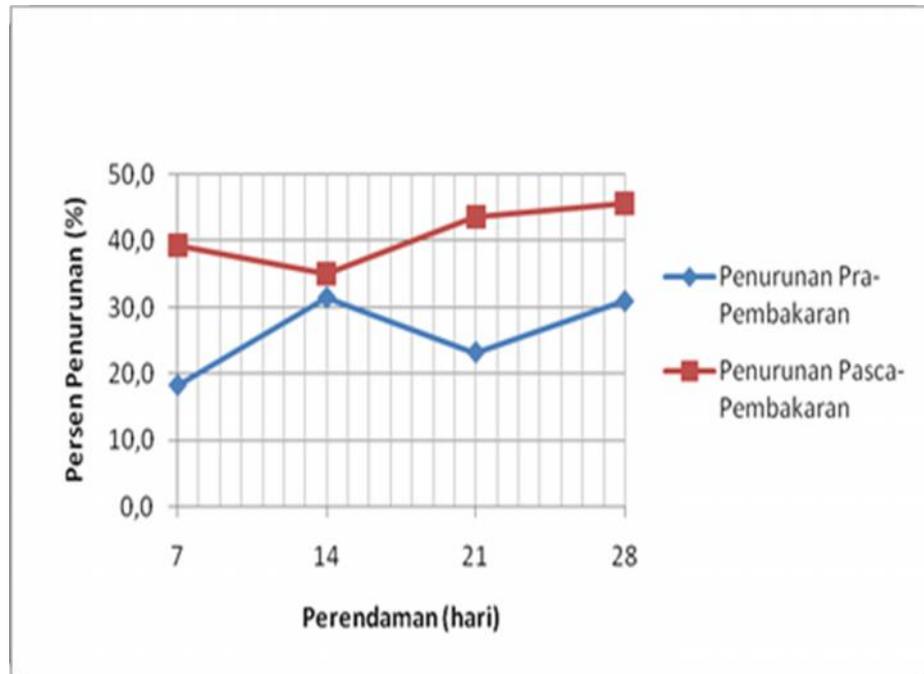
Pengaruh waktu perendaman terhadap kuat tekan dan daya serap air yang dihasilkan *paving block* yang menggunakan bahan tanah lempung dengan bahan tambahan abu sekam padi dengan variasi waktu perendaman yaitu perendaman selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Untuk penurunan kuat tekan *paving block* pra dan pasca pembakaran bisa dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 2.3. Tabel penurunan kuat tekan *Paving Block* Pra dan Pasca Pembakaran

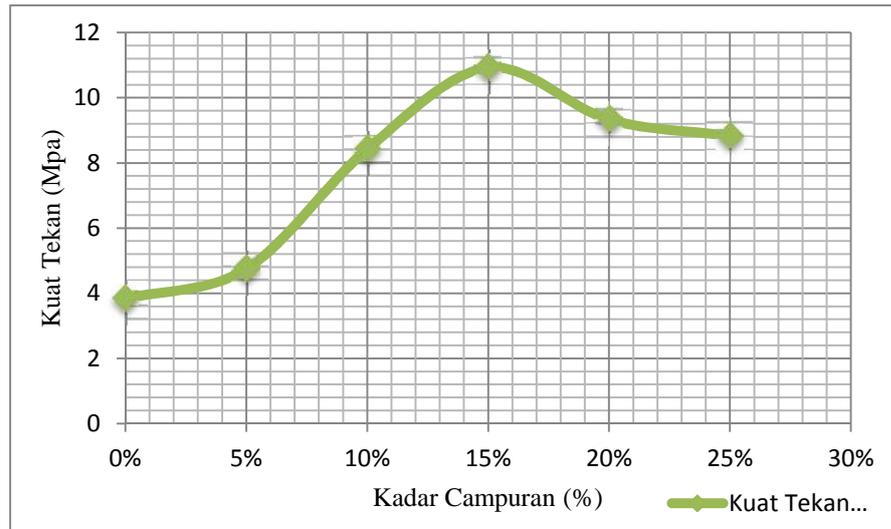
Perendaman (hari)	Kuat Tekan Pra-Pembakaran (MPa)	Penurunan (%)	Kuat Tekan Pasca-Pembakaran (MPa)	Penurunan (%)
7	7,4	18,2	7,1	39,3
14	6,2	31,5	7,6	35,0
21	6,95	23,2	6,6	43,6
28	6,25	30,9	6,35	45,7

Berikut grafik hubungan penurunan kuat tekan *paving block* pra dan pasca pembakaran terhadap lama waktu perendaman.



Gambar 2.3. Grafik Hubungan Penurunan Kuat Tekan *Paving Block*

Dari tabel dan grafik diatas bisa dilihat penurunan terbesar untuk *paving block* pra-pembakaran yaitu sebesar 31,5 % pada perendaman 14 hari sedangkan penurunan terbesar untuk paving block pasca-pembakaran sebesar 45,7 % pada perendaman 28 hari. Jika kita bandingkan penurunan kuat tekan pra dan pasca pembakaran penurunan yang cukup besar terjadi pada paving block pasca-pembakaran mencapai 45,7 %. Hal ini terjadi karena proses pembakaran *paving block* sehingga proses hidrasi pada semen menjadi terganggu. (Saputra, Hedi, 2016)



Gambar 2.4. Hubungan antara nilai kuat tekan *paving block* pasca pembakaran dengan kadar campuran.

Dari **Gambar 2.4** dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan pada C-1 (0% kapur + 100% tanah) memiliki kuat tekan terendah yaitu 3,83 MPa hal ini disebabkan karena tidak adanya bahan campuran kapur atau semen yang mengisi ruang pori antar partikel yang menyebabkan rendahnya kuat tekan *paving block*. Dapat dilihat pada C-2 (5% kapur + 95% tanah) dengan penambahan kapur sebanyak 5% terjadi peningkatan terhadap kuat tekan *paving block* dengan nilai kuat tekan 4,75 MPa, pada C-3 (10% kapur + 90% tanah) dengan penambahan kapur 10% terjadi kenaikan terhadap nilai kuat tekan 8,42 MPa. Dapat dilihat pada grafik pada C-1, C-2 dan C-3 kenaikan kuat tekannya tidak signifikan hal ini disebabkan karena sedikitnya bahan campuran kapur yang mengisi ruang pori antar partikel sehingga rendahnya nilai kuat tekan. Sedangkan C-4 (15% kapur + 85% tanah) dengan penambahan kapur sebanyak 15% terjadi kenaikan nilai kuat tekan yang signifikan dan paling tinggi yaitu dengan nilai kuat

tekan 10,92 MPa. Pada C-5 (20% kapur + 80% tanah) dengan penambahan kapur 20% nilai kuat tekan menurun dengan nilai 9,33 MPa. Pada C-6 (25% kapur + 75% tanah) didapatkan hasil kuat tekan yang sedikit menurun kembali dengan nilai sebesar 8,83 MPa.

Dari hasil yang didapatkan, terjadi kenaikan kuat tekan sampai pada campuran 15% namun terjadi penurunan kuat tekan pada campuran 20% dan 25%. Bertambahnya nilai kuat tekan dipengaruhi oleh bertambahnya kadar campuran bahan kapur hal ini disebabkan karena bahan campuran kapur mengisi ruang pori antar partikel sehingga semakin tinggi nilai kuat tekannya maka semakin banyak penambahan kadar kapur, akan tetapi jika berlebihan juga bisa membuat nilai kuat tekan menurun hal ini disebabkan terlalu banyak campuran kapur sehingga kapur tidak berfungsi lagi sebagai bahan adiktif. Penambahan kapur dengan kadar tertentu dapat meningkatkan kuat tekan, namun jika kadar kapur terus ditambah maka akan mengurangi nilai kuat tekan *paving block* tersebut. (Hidayat, Jefri. 2017)

B. Tanah

1. Pengertian Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Tanah adalah kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef,1994). Craig (1991) tanah merupakan akumulasi partikel mineral atau ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Tanah (*soil*) menurut teknik sipil dapat didefinisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat digali tanpa peledakan dan dapat ditembus dengan peralatan pengambilan contoh (*sampling*) pada saat pemboran (Hendarsin, 2000).

Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (*boulders*), yaitu potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut sebagai kerakal (*cobbles*) atau *pebbes*.
2. Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), yaitu batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm. Berkisar dari kasar (3 mm sampai 5 mm) sampai halus (< 1mm).
4. Lanau (*silt*), yaitu partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
5. Lempung (*clay*), yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesif pada tanah yang "kohesif". Koloid (*colloids*), partikel mineral.

2. Klasifikasi Tanah

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah sebagai hasil pengembangan dari sistem klasifikasi yang sudah ada. Tetapi yang paling umum digunakan adalah :

a. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified (Unified Soil Classification System/USCS)*

Menurut sistem ini tanah dikelompokkan dalam tiga kelompok yang masing-masing diuraikan lebih spesifik lagi dengan memberi simbol pada setiap jenis (Hendarsin, 2000), yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos ayakan No.200 < 50 %.

Klasifikasi tanah berbutir kasar terutama tergantung pada analisa ukuran butiran dan distribusi ukuran partikel. Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu dari hal di bawah ini :

- a) Kerikil (G) apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4.
- b) Pasir (S) apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada diantara ukuran saringan No. 4 dan No. 200.

- 2) Tanah berbutir halus, adalah tanah dengan persentase lolos ayakan No. 200 > 50 %.

Tanah berbutir ini dibagi menjadi lanau (M). Lempung Anorganik (C) dan Tanah Organik (O) tergantung bagaimana tanah itu terletak pada grafik plastisitas.

3) Tanah Organik

Tanah ini tidak dibagi lagi tetapi diklasifikasikan dalam satu kelompok Pt. Biasanya jenis ini sangat mudah ditekan dan tidak mempunyai sifat sebagai bahan bangunan yang diinginkan. Tanah khusus dari kelompok ini adalah peat, humus, tanah lumpur dengan tekstur organik yang tinggi. Komponen umum dari tanah ini adalah partikel-partikel daun, rumput, dahan atau bahan-bahan yang regas lainnya.

Tabel 2.4. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*.

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
		Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	WL<50%	L
Organik	O	WL>50%	H
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles, 1989.

Dimana :

W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik).

P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk).

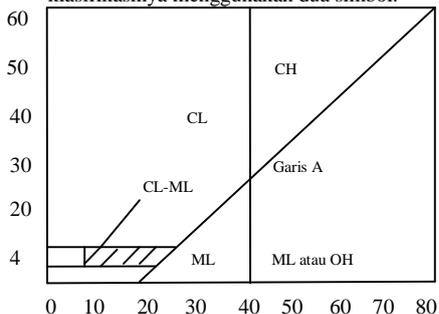
L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, LL<50).

H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, LL> 50).

Faktor-faktor yang harus diperhatikan untuk mendapatkan klasifikasi yang benar adalah sebagai berikut :

- a. Persentase butiran yang lolos saringan No. 200.
- b. Persentase fraksi kasar yang lolos saringan No. 40.
- c. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI).

Tabel 2.5. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem *Unified*.

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi			
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% fraksi kasar Tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		Kerikil dengan Butiran halus	GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			
		Pasir 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
				GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	Pasir dengan butiran halus	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung			
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. 		
			CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)			
OL			Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah				
Lanau dan lempung batas cair 50%		MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis				
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)				
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi				
		PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

Sumber : Hary Christady, 1996.

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Dalam sistem ini tanah dikelompokkan menjadi tujuh kelompok besar yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang termasuk dalam golongan A-1, A-2, dan A-3 masuk dalam tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah tanah yang lolos ayakan No. 200. Sedangkan tanah yang masuk dalam golongan A-4, A-5, A-6, dan A-7 adalah tanah lempung atau lanau. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai lapisan struktur jalan raya, maka revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992).

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria dibawah ini :

a. Ukuran butiran

Kerikil adalah bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm dan tertahan pada ayakan No. 200. Pasir adalah tanah yang lolos ayakan No.10 (2 mm) dan tertahan ayakan No. 200 (0,075 mm). Lanau dan lempung adalah yang lolos ayakan No. 200.

b. Plastisitas

Tanah berlanau mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Tanah berlempung bila indeks plastisnya 11 atau lebih.

- c. Bila dalam contoh tanah yang akan diklasifikasikan terdapat batuan yang ukurannya lebih besar dari 75 mm, maka batuan tersebut harus dikeluarkan dahulu tetapi persentasenya harus tetap dicatat

Tabel 2.6. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5	A-6		A-7	
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36	Min 36		Min 36	
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Maks 41 Maks 10	Maks 40 Maks 11		Min 41 Min 11	
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah Berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Sumber : Das (1995).

C. Tanah Lempung

Mitchel (1976) memberikan batasan bahwa yang dimaksud dengan ukuran butir lempung adalah partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm, sedangkan mineral lempung adalah kelompok-kelompok partikel kristal berukuran koloid (<0,002 mm) yang terjadi akibat proses pelapukan batuan.

Menurut Craig (1987), tanah lempung adalah mineral tanah sebagai kelompok-kelompok partikel kristal koloid berukuran kurang dari 0,002 mm yang terjadi akibat proses pelapukan kimia pada batuan yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam ataupun alkali, dan karbondioksida.

Warna tanah pada tanah lempung tidak dipengaruhi oleh unsur kimia yang terkandung di dalamnya, karena tidak adanya perbedaan yang dominan dimana kesemuanya hanya dipengaruhi oleh unsur Natrium saja yang paling mendominasi. Semakin tinggi plastisitas, grafik yang dihasilkan pada masing-masing unsur kimia belum tentu sama. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur warna tanah dipengaruhi oleh nilai *Liquid Limit* (LL) yang berbeda-beda (Marindo, 2005 dalam Afryana, 2009).

Tanah lempung terdiri sekumpulan partikel-partikel mineral lempung dan pada intinya adalah hidrat aluminium silikat yang mengandung ion-ion Mg, K, Ca, Na dan Fe. Mineral-mineral lempung digolongkan ke dalam empat golongan besar, yaitu *kaolinit*, *montmorillonit*, *illit* (mika hidrat) dan *chlorite*. Mineral-mineral lempung ini merupakan produk pelapukan batuan yang terbentuk dari penguraian kimiawi mineral-mineral silikat lainnya dan selanjutnya terangkut ke lokasi pengendapan oleh berbagai kekuatan.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1999) :

- a. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.

- e. Kadar kembang susut yang tinggi.

Tanah butiran halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Sifat pengembangan tanah lempung yang dipadatkan akan lebih besar pada lempung yang dipadatkan pada kering optimum dari pada yang dipadatkan pada basah optimum. Lempung yang dipadatkan pada kering optimum relatif kekurangan air oleh karena itu lempung ini mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk meresap air sebagai hasilnya adalah sifat mudah mengembang (Hardiyatmo, 2001).

Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

D. Serbuk Batu Kapur

Batu kapur adalah batuan sedimen yang terdiri dari mineral *calcite* (*kalsium carbonate*). Sumber utama dari *calcite* adalah organisme yang berasal dari laut dan menghasilkan kulit kerang yang keluar ke air dan terbawa hingga bawah samudera sebagai pelagic ozone. Calcite sekunder juga dapat terdeposisi oleh air meteroik tersupersaturasi (air tanah yang presipitasi material di gua). Ini menciptakan speleothem seperti stalagmite dan stalaktit. Bentuk yang lebih jauh terbentuk dari Oolite (Batu kapur Oolitic) dan dapat dikenali dengan penampilannya yang “granular”. Batu Kapur membentuk 10% dari batuan sedimen. (Wikipedia, Batu Kapur).

1. Pembentukan Batu Kapur

Pembentukan batu kapur dibedakan menjadi 3, yaitu :

a) Secara organik

Batu kapur yang terbentuk secara organik disebabkan oleh pengendapan binatang karang/cangkang siput, foramifera, koral/kerang.

b) Secara mekanik

Bahan yang digunakan sama dengan organik, yang berbeda hanya terjadinya perombakan dari batu kapur tersebut yang kemudian terbawa arus dan diendapkan tidak terlalu jauh dari tempat semula.

c) Secara Kimia

Batu kapur yang terbentuk secara kimia terjadi pada kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu dalam air laut atau air tawar.

2. Kegunaan Batu Kapur

Adapun kegunaan batu kapur sebagai berikut:

a) Batu bangunan

Biasanya dipakai bahan galian gamping yg keras dan pejal bergradasi halus dan mempunyai daya tekan 800-2500 Kg/cm². Dipakai untuk pondasi jalan, rumah, bendungan.

b) Industri kaca

Batu kapur juga dapat berfungsi sebagai Galian fluks dgn kadar 0,96% SiO₂, 0,04 Fe₂O₃, 0,14 % Al₂O₃, 0,15% MgO, 55,8% CaO.

c) Industri semen

Batu kapur juga dapat berfungsi sebagai pembentuk material semen, dengan syarat 50-55 % CaO, MgO sebanyak 2%, viskositas 3200 cp

dengan H₂O 40%, menggunakan Fe₂O₃ senilai 2,47 %, dan Al₂O₃ sebanyak 0,95%.

E. Air

Air merupakan cairan jernih yang tidak berbau, tidak berwarna, serta mengandung hidrogen dan oksigen didalamnya yang sangat dekat dalam kehidupan kita sehari-hari. Untuk itu air memiliki banyak fungsi, salah satunya air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton.

Dalam penelitian ini air yang digunakan dapat berupa air tawar, air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan, yaitu :

- a) Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan selama minimal 24 jam atau jika bisa, disaring terlebih dahulu.
- b) Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, bahan padat, sulfat, klorida dan bahan lainnya yang dapat merusak beton. Dianjurkan menggunakan air yang dapat diminum.

F. Semen

Semen berasal dari bahasa latin 'Caementum' yang berarti bahan pelekat. Menurut Widodo dan Qosari (2011), semen adalah bahan ikat hidrolis (menghisap atau membutuhkan air), yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis

dan gips sebagai bahan tambah. Usaha pembuatan semen pertama kali dilakukan pada 1824 oleh Joseph Aspadain.

Proses ini dilakukan dengan mengurai batu kapur (CaCO_3) menjadi batu tohor (CaO) dan senyawa karbon dioksida (CO_2), hal ini dilakukan dengan kalsinasi campuran batu kapur dan tanah liat yang di giling dan di bakar pada tungku.

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan (SK SNI S-04-1989). Prosentase dari oksida – oksida yang terkandung didalam semen portland adalah sebagai berikut :

- Kapur (CaO) : 60 – 66 %
- Silika (SiO_2) : 16 – 25 %
- Alumina (Al_2O_3) : 3 – 8 %
- Besi : 1 - 5 %

Beberapa jenis dari semen portland dibuat dengan mengadakan variasi baik dalam perbandingan unsur–unsur utamanya maupun dalam derajat kehalusannya. Senyawa–senyawa tersebut diatas saling bereaksi di dalam tungku dan membentuk senyawa–senyawa kompleks dan biasanya masih terdapat kapur sisa karena tidak cukup bereaksi sampai keseimbangan reaksi tercapai. Pada waktu pendinginan terjadi proses pengkristalan dan yang tidak terkristal berbentuk amorf.

Silikat dan aluminat yang terkandung dalam semen portland jika bereaksi dengan air akan menjadi perekat yang memadat lalu membentuk massa yang

keras. Reaksi membentuk media perekat ini disebut dengan hidrasi (Tjokrodimulyo, 2010). Reaksi kimia semen bersifat exothermic dengan panas yang dihasilkan mencapai 110 kalori/gram. Akibatnya dari reaksi exothermic terjadi perbedaan temperatur yang sangat tajam sehingga mengakibatkan retak-retak kecil (*microcrack*) pada beton.

Proses reaksi kimia semen dengan air sehingga membentuk masa padat ini juga masih belum bisa diketahui secara rinci karena sifatnya yang sangat kompleks. Rumus kimia yang dipergunakan juga masih bersifat perkiraan untuk reaksi kimia dari unsur C_2S dan C_3S dapat ditulis sebagai berikut;



Kekuatan semen di tentukan oleh komponen C_3S dan C_2S . kedua bahan ini adalah 70 % dari bahan semen. Berdasarkan PUBI 1982 sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland di bagi menjadi 5 jenis :

- Jenis I, semen portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus
- jenis II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III, semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
- Jenis IV, semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V, semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Ketika bersentuhan dengan tanah beberapa reaksi terjadi. Menurut Widodo dan Qosari (2011), reaksi antara semen dan tanah adalah sebagai berikut:

1. Absorpsi air dan reaksi pertukaran ion

Reaksi ini diakibatkan dari pelepasan ion kalsium Ca^{2+} melalui hidrolisis dan pertukaran ion berlanjut pada permukaan tanah. Dengan reaksi ini partikel-partikel tanah mengumpul sehingga mengakibatkan konsistensi tanah membaik

2. Reaksi pembentukan kalsium silikat

Reaksi utama yang berkaitan dengan kekuatan adalah hidrasi Alite dan Belite yang terdiri dari kalsium silikat. Melalui hidrasi tadi senyawa kalsium silikat dan aluminat terbentuk. Senyawa ini berperan dalam pembentukan dan pengerasan

3. Reaksi Pozzolan

Kalsium Hidroksida yang dihasilkan pada waktu hidrasi akan membentuk reaksi dengan tanah (pozzolan) yang bersifat memperkuat ikatan antar partikel, karena berfungsi sebagai binder (pengikat).

Apabila semen portland dipakai untuk stabilisasi tanah, maka hasilnya akan merupakan stabilisasi tanah yang disebut tanah semen (*soil cement*) (Bowles, 1996). Riyanto (2002) mengungkapkan bahwa penambahan semen \pm 2% dari berat tanah mampu merubah sifat-sifat tanah, sedangkan penambahan lebih banyak mampu memberi perubahan yang lebih nyata.

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, diperlukan beberapa bahan untuk membuat sampel paving block, bahan-bahan tersebut antara lain :

1. Sampel tanah yang digunakan berupa tanah yang berasal dari Desa Belimbing Sari, Lampung Timur.
2. Serbuk kapur dalam kemasan.
3. Semen *Portland*

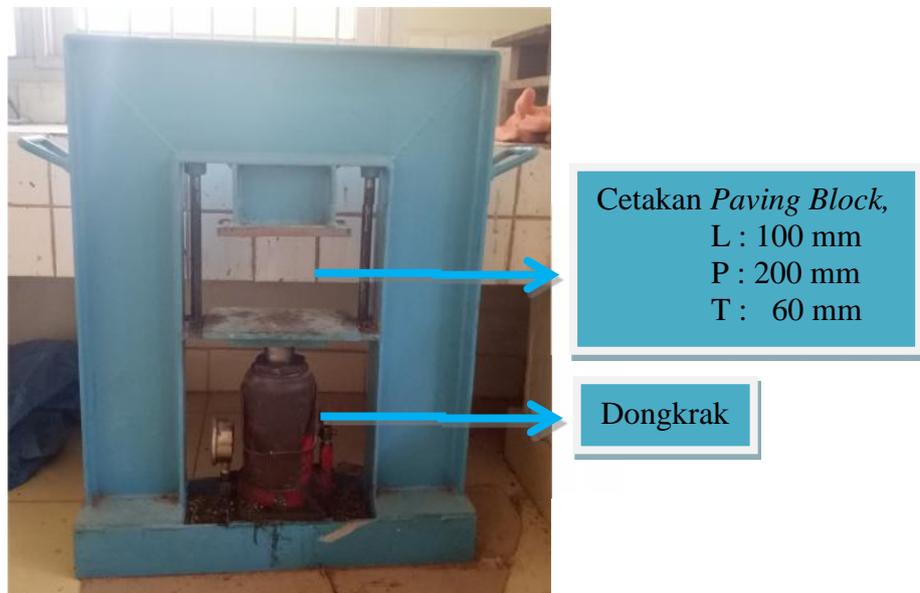
B. Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel tanah yang berada di Desa Belimbing Sari, Jabung, Lampung Timur, lalu mencari lokasi yang memiliki kondisi tanah yang sesuai. Setelah mendapat kondisi tanah yang sesuai, lokasi ini terletak pada koordinat 5°30'49,3" S, 105°40'31,2" E,.

Metode pengambilan sampel tanah menggunakan tabung sampel yang ditekan ke dalam tanah sampai tabung terisi penuh kemudian ditutup rapat menggunakan plastik. Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal.

C. Alat Pematik Modifikasi

Alat pematik modifikasi ini berfungsi sebagai alat pencetak *paving block*. Alat ini menggunakan sistem hidrolik manual dengan menggunakan dial sebagai pengukur kekuatan press. Pembuatan *paving block* ini diharapkan dapat menghasilkan mutu paving block yang lebih baik. Alat cetak paving block ini mampu mencetak model *paving block* segi empat dengan panjang sisi 20 cm, lebar 10 cm dan tebal 6 cm.



Gambar 3.1. Alat Pematik Modifikasi

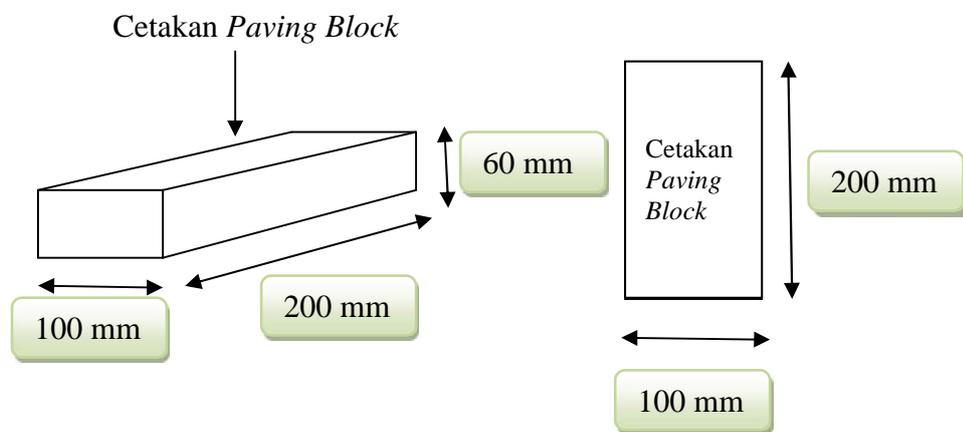
D. Metode Pencampuran Sampel dan Pencetakan Benda Uji

Adapun metode pelaksanaan dari pencampuran dan pembuatan benda uji untuk masing-masing komposisi campuran :

1. Serbuk kapur dan semen dicampurkan dengan sampel tanah yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

2. Setelah tercampur secara merata ditambahkan air sesuai dengan perhitungan nilai kadar air optimum. Komposisi yang digunakan adalah 85 % tanah lempung lunak + 10 % kapur + 5 % semen.
3. Kemudian campuran tanah dicetak menggunakan alat penetrasi modifikasi dengan tekanan press yang optimal dengan cetakan berbentuk persegi panjang dengan panjang 200 mm, lebar 100 mm dan tebal 60 mm.

Adapun gambar penampang permukaan dari cetakan benda uji sebagai berikut :



Gambar 3.2. Penampang Cetakan *Paving Block*.

E. Proses Pemeraman

Setelah pencetakan benda uji, dilakukan pemeraman terhadap semua benda uji. Proses pemeraman terhadap benda uji dilakukan dengan membungkus benda uji satu per satu dengan menggunakan kantong plastik agar tetap terjaga suhu dan kadar airnya sehingga tidak terganggu atau terpengaruh suhu atau faktor lainnya dari luar. Dengan waktu pemeraman selama 14 hari.

F. Pelaksanaan Pembakaran Sampel

Proses selanjutnya setelah dilakukan pencampuran bahan benda uji, pencetakan benda uji, dan perendaman benda uji adalah pembakaran benda uji. Pembakaran benda uji bertujuan untuk menambah kekuatan dan kepadatan karena benda uji sebagian besar menggunakan bahan tanah dimana tanah memiliki sifat khusus yaitu bila dalam keadaan basah memiliki sifat plastis, bila dalam keadaan kering menjadi keras sedangkan bila dibakar menjadi kuat dan padat.

Pembakaran benda uji dilakukan dengan menyusun sampel secara bertingkat bersamaan dengan pembakaran batu bata. Pada proses pembakaran ini benda uji akan diletakkan dibagian tengah susunan. Bagian bawah dibuat terowongan atau lubang yang berguna untuk menaruh kayu bakar. Proses pembakaran ini berlangsung selama 2x24 jam.

G. Proses Perendaman

Setelah pencetakan benda uji, dilakukan perendaman terhadap semua benda uji. Proses perendaman terhadap benda uji dilakukan dengan cara memasukkan benda uji satu per satu ke dalam bak perendaman. Dengan variasi waktu perendaman 4, 8, 12, 16 hari.

H. Pelaksanaan Pengujian

1. Pengujian Tanah Asli

Pengujian tanah asli ini dilakukan untuk melihat karakteristik dari tanah yang akan digunakan. Kemudian hasilnya akan dianalisis sesuai dengan ketentuan AASTHO dan USCS sehingga dapat dilihat apakah sesuai atau tidak dengan karakteristik dari tanah lempung.

Pelaksanaan pengujian tanah asli dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Adapun macam-macam pengujian karakteristik tanah asli adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Kadar Air

Tujuan dari pengujian kadar air adalah untuk mengetahui kadar air tanah yaitu perbandingan berat air dengan berat tanah dalam keadaan kering yang dinyatakan dalam persen (%).

b. Pengujian Analisis Ukuran Butiran Tanah

Tujuan dari pengujian analisis ukuran butiran tanah ialah untuk mengetahui gradasi butiran tanah sehingga dapat diketahui jenis dari tanah tersebut.

c. Pengujian Batas *Atterberg*

1. Batas Cair (*liquid limit*).

2. Batas Plastis (*plastic limit*).

Perhitungan :

- a. Nilai batas plastis (PL) adalah kadar air benda uji diameter silinder ± 3 mm.
- b. Indeks Plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

- d. Pengujian Berat Jenis

Tujuan dari pengujian nilai berat jenis tanah ialah untuk mengetahui kerapatan massa butiran atau partikel dari tanah.

- e. Pengujian Pemadatan Tanah

Menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan, yaitu mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah.

2. Pengujian Kuat Tekan dan Daya Serap Air

Pelaksanaan pengujian kuat tekan dan daya serap air dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Lampung. Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- i. **Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji tanpa mengalami pembakaran serta benda uji setelah melalui proses pembakaran. Kuat tekan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan (*failure*). Pengujian kuat tekan menggunakan standar SK-SNI-03-0691-1989 tentang *paving block*. Persamaan untuk pengujian kuat

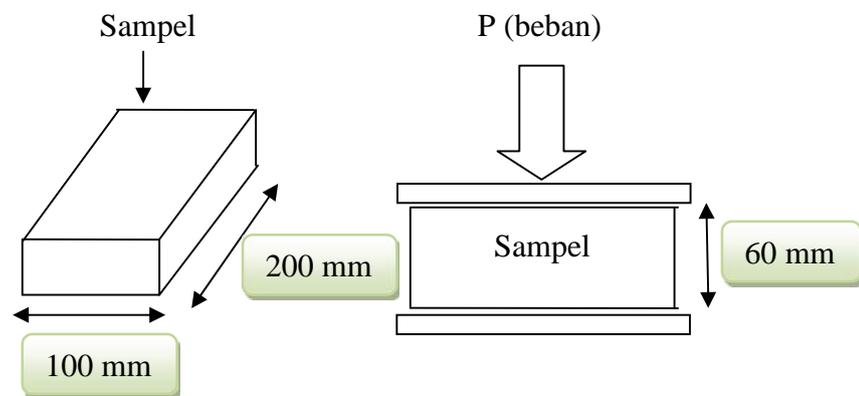
tekan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* adalah sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan (P)} : \frac{F}{A}$$

Dimana :

F = Beban maksimum (N).

A = Luas bidang permukaan (cm²).



Gambar 3.3. Sketsa Uji Kuat Tekan.

ii. Pengujian Daya Serap terhadap Air

Pengujian daya serap air dilakukan pada benda uji yang telah melalui proses pembakaran untuk tiap-tiap campuran. Besar kecilnya penyerapan air pada benda uji sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam benda uji maka akan semakin besar pula penyerapan airnya sehingga ketahanannya akan berkurang.

Pengukuran daya serap air merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering. Pengujian daya serap air ini mengacu pada ASTM C-20-00-2005 tentang prosedur pengujian,

dimana bertujuan untuk menentukan besarnya persentase air yang terserap oleh benda uji yang direndam selama 24 jam.

Daya serap air dirumuskan sebagai berikut :

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

dimana : mb = massa basah benda uji (gr).

mk = massa kering benda uji (gr).

I. Urutan Prosedur Penelitian

Adapun urutan dari prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

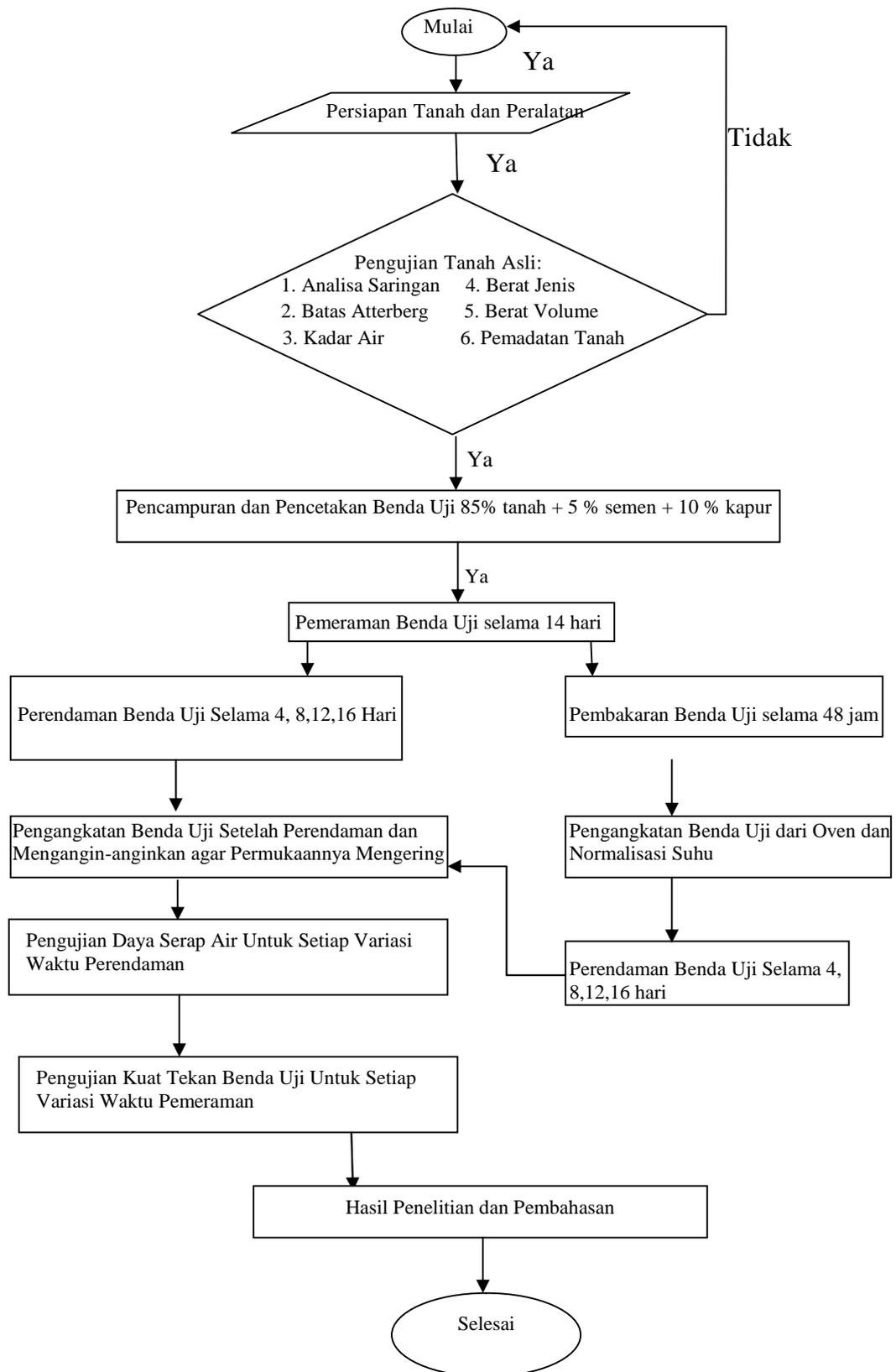
1. Melakukan pengujian tanah asli untuk mendapat karakteristik dari tanah sampel.
2. Dari hasil pengujian percobaan analisis saringan dan batas *atterberg* untuk tanah asli (0 %) digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO dan USCS.
3. Melakukan pengujian pemadatan tanah untuk masing-masing campuran guna mendapatkan nilai kadar air optimum untuk masing-masing campuran.
4. Melakukan pencampuran dan pencetakan benda uji.
5. Melakukan pemeraman sampel.
6. Melakukan penjemuran sampel selama 1 hari.
7. Melakukan pengujian kuat tekan untuk benda uji tanpa pembakaran.
8. Melakukan pembakaran benda uji selama 24 jam.
9. Melakukan normalisasi suhu.
10. Melakukan perendaman sampel selama 4 hari, 8 hari, 12 hari, 16 hari.

11. Melakukan pengujian kuat tekan untuk benda uji.
12. Melakukan uji daya serap air untuk benda uji.

J. Analisis Hasil Penelitian

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

1. Hasil yang didapat dari pengujian sampel tanah asli (0%) ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO dan USCS.
2. Analisis nilai kadar air optimum tiap-tiap sampel yang didapat dari uji pemadatan tanah.
3. Analisis pengaruh perendaman *paving block* dengan campuran serbuk kapur, semen dan tanah lempung terhadap kuat tekan *paving block* pra pembakaran.
4. Analisis pengaruh perendaman *paving block* dengan campuran serbuk kapur, semen dan tanah lempung terhadap kuat tekan *paving block* pasca pembakaran.
5. Analisis nilai daya serap air *paving block* tanah + semen + serbuk kapur.
6. Dari seluruh analisis hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah ada terhadap hasil penelitian yang didapat serta perbandingan data yang didapat dengan ketentuan-ketentuan yang terkait dengan penelitian.



Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap *paving block* dengan bahan dasar tanah yang bersumber dari Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung maka diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Jabung Lampung Timur. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO tanah ini digolongkan pada kelompok tanah A-7-5 (tanah berlempung). Berdasarkan sistem klasifikasi USCS tanah yang digunakan untuk sampel bahan uji digolongkan tanah berbutir halus dan termasuk kedalam kelompok tanah OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.
2. Pada uji nilai kuat tekan *paving block* tanpa pembakaran setelah dilakukan perendaman mengalami penurunan. Nilai kuat tekan ini menurun seiring lamanya waktu perendaman, dapat dilihat menurunnya nilai kuat tekan pada hari ke-4 yaitu sebesar 6,75 MPa menjadi 5,8 MPa pada perendaman hari ke-16.

3. Pada uji nilai kuat tekan *paving block* dengan pembakaaran setelah dilakukan perendaman juga mengalami penurunan. Nilai kuat tekan ini menurun seiring lamanya waktu perendaman, dapat dilihat besarnya nilai kuat tekan pada hari ke-4 yaitu 11,7 MPa dan pada perendaman hari ke-16 mengalami penurunan menjadi sebesar 10,2 MPa.
4. Dari hasil pengujian, pengaruh waktu perendaman terhadap kuat tekan *paving block* yang didapat yaitu perendaman menyebabkan penurunan terhadap kuat tekan *paving block*.
5. Daya serap air *paving block* pada penelitian ini sebesar 15,5-20,32 %. Dengan hasil tersebut tidak memenuhi syarat SNI 03-0691-1996 yaitu sebesar 3-10 %. Hal ini bisa terjadi, karena *paving block* terbuat dari tanah yang memiliki daya serap yang tinggi, begitu pula dengan kapur dan semen.
6. Dari hasil pengujian kuat tekan *paving block* pada penelitian ini termasuk kedalam kelas mutu D menurut SNI 03-0691-1996 dengan kuat tekan antara 12,5-8,5 MPa.
7. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa *paving block* yang dihasilkan pada penelitian ini tidak cukup kuat bila digunakan untuk jalan lingkungan.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya mengenai pembuatan *paving block* menggunakan tanah dengan bahan tambahan kapur atau semen disarankan beberapa hal di bawah ini untuk dipertimbangkan :

1. Untuk didapatkan hasil yang lebih bervariasi, dapat menggunakan campuran dengan jenis tanah yang berbeda.
2. Alat pemadat yang telah dibuat perlu dimodifikasi lagi agar didapatkan kuat tekan press yang lebih stabil. Sehingga didapatkan hasil yang lebih baik.
3. Melakukan proses pembakaran *paving block* yang kompleks sehingga dihasilkan suhu lebih tinggi. Agar didapatkan kuat tekan yang lebih besar.
4. Menggunakan persentase campuran yang lebih bervariasi agar dapat mengetahui nilai optimum kuat tekan yang dihasilkan oleh *paving block* dari tanah dengan campuran kapur atau semen.
5. Menggunakan ukuran sampel yang sesuai dengan ketentuan SNI yaitu bentuk balok dengan panjang 6 cm, lebar 6 cm, dan tinggi 6 cm, diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Hidayat, Jefri. 2017. *Penggunaan Pengembangan Alat Penetrasi Modifikasi Untuk Campuran Tanah Lempung Lunak, Semen Dan Kapur Pada Pembuatan Paving Block Ditinjau Dari Segi Kuat Tekan Dan Daya Serap Air*. Skripsi Universitas Lampung. Lampung.
- BSN, 1996. *Bata Beton (Paving Blok) SNI-03-0691-1996*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Bowles, E.J. Johan K. Helnim. 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Craig, B. M. 1991. *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah 1*. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1999, "Mekanika Tanah I", PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Hendarsin, Shirley L. 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Jurusan Teknik Sipil – Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Saputra, Hedi. 2016. *Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Uji Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah, Semen Dan Abu Sekam Padi Dengan Alat Pematik Modifikasi*. Skripsi Universitas Lampung. Lampung.
- Sukirman, S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung.
- Verhoef, PNW. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga. Jakarta.
- Wikipedia. 2013. Pengertian Lempung. <http://id.wikipedia.org/wiki/lempung>. 24 Februari 2016.
- Wikipedia. 2009. Pengertian Batu Kapur. <http://en.wikipedia.org/wiki/Limestone>. 24 Februari 2016.