

TUGAS AKHIR

POTENSI EKONOMI LIMBAH MEDIA TUMBUH JAMUR UNTUK BAHAN PENGGANTI MATERIAL KONSTRUKSI PAVING BLOCK (*ECONOMIKAL POTENTIAL OF MUSHROOM PLANTATION WASTE TO ALTERNATE THE PAVING BLOCK CONSTRUCTION MATERIAL*)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Wahyudi
11.511.069**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2017**

TUGAS AKHIR

POTENSI EKONOMI LIMBAH MEDIA TUMBUH JAMUR UNTUK BAHAN PENGGANTI MATERIAL KONSTRUKSI PAVING BLOCK (*ECONOMIKAL POTENTIAL OF MUSHROOM PLANTATION WASTE TO ALTERNATE THE PAVING BLOCK CONSTRUCTION MATERIAL*)

Disusun oleh

Wahyudi
11.511.069

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

diuji pada tanggal Rabu 7 Juni 2017

oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.

Penguji I

Tuti Sumarningsih, Dr., Ir., M.T.

Penguji II

Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D.

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, Rabu 7 Juni 2017

Yang membuat pernyataan,



wanyudi

(11.511.069)

“Semoga Sukses Di Dunia dan Di Akhirat”

Ketahuiilah, bahwa sesungguhnya kehidupan dunia itu hanyalah **permainan** dan suatu yang melalaikan, perhiasan dan bermegah-megah antara kamu serta berbangga-bangga tentang banyaknya harta dan anak, seperti hujan yang tanam-tanamannya mengagumkan para petani; kemudian tanaman itu menjadi kering dan kamu lihat warnanya kuning kemudian menjadi hancur. Dan di akhirat (nanti) ada adzab yang keras dan ampunan dari Allah serta keridaan-Nya. Dan kehidupan dunia ini tidak lain hanyalah kesenangan yang menipu.

(Q.S. Al-Hadiid [57]:20)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Potensi Ekonomi Limbah Media Tumbuh Jamur Untuk Pengganti Material Konstruksi*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada.

1. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas bimbingan dan dukungan yang diberikan kepada penyusun dalam mengerjakan Tugas Akhir.
2. Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil terima kasih atas bimbingan, nasehat dan ilmu yang telah diberikan kepada penyusun selama menjalani masa kuliah.
3. Tuti Sumarningsih, Dr., Ir.,M.T.selaku Dosen Penguji I
4. Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Penguji II
5. Bapak M.Yusuf dan Ibu Suyatmi selaku orang tua, terima kasih atas semua nasehat, bimbingan, semangat, doa, dan selalu senantiasa bersabar untuk menantikan selesainya studi ini.
6. Aditya Syazili Nurcahya, Ahmad Nur Hasan, Danny Pramudi, Raditya Radimas Putra, Galang, terimakasih atas bantuan, doa, saran, dan semangat yang telah diberikan.
7. Teman-Teman Prodi Teknik Sipil 2011 Universitas Islam Indonesia atas segala bantuan dalam pembuatan benda uji di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi

maupun di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

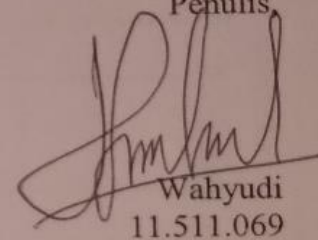
8. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga penelitian *paving block* limbah media tumbuh jamur yang telah dilakukan dan disajikan dalam bentuk Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi bagi dunia Teknik Sipil dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh

Yogyakarta, Rabu 7 Juni 2017

Penulis



Wahyuudi
11.511.069

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN PENELITIAN.....	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>PAVING BLOCK</i>	6
2.2 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2.1 Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan <i>Paving Block</i>	6
2.2.2 <i>Paving block</i> dengan Bahan Tambah Limbah Tempurung Kelapa Sawit	7

2.2.3	Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan <i>Paving</i> dengan Semen Jenis Pcc	8
2.2.4	Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada <i>Paving Block</i>	8
2.3	KEASLIAN PENELITIAN.....	11
BAB III ..LANDASAN TEORI		12
3.1	<i>PAVING BLOCK</i>	12
3.1.1	Pengertian <i>Paving Block</i>	12
3.1.2	Bentuk dan Dimensi <i>Paving Block</i>	12
3.1.3	Keuntungan <i>Paving Block</i>	13
3.1.4	Kelemahan <i>Paving Block</i>	13
3.1.5	Persyaratan <i>Paving Block</i>	13
3.2	BAHAN SUSUN <i>PAVING BLOCK</i>	15
3.2.1	Semen <i>Portland</i>	15
3.2.2	Agregat Halus	16
3.2.3	Air	19
3.2.4	Limbah Media Tumbuh Jamur (<i>Baglog</i>)	20
3.3	PENGUJIAN <i>PAVING BLOCK</i>	22
3.3.1	Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	22
3.3.2	Daya Serap Air <i>Paving Block</i>	25
3.4	HARGA POKOK PRODUKSI	25
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		29
4.1	TINJAUAN UMUM	29
4.1.1	Lokasi Penelitian	29
4.1.2	Komposisi Bahan Bangunan.....	30
4.2	PERALATAN DAN BAHAN PENELITIAN	30
4.2.1	Peralatan yang Digunakan	31
4.2.2	Bahan yang Digunakan.....	33

4.3	PROSEDUR PENELITIAN.....	33
4.3.1	Tahap Pengujian	34
4.3.2	Tahap Pencampuran	39
4.3.3	Proses Pembuatan Benda Uji.....	39
4.3.4	Proses Perawatan Benda Uji.....	40
4.3.5	Proses Pengujian <i>Paving Block</i>	40
4.4	HARGA POKOK PRODUKSI <i>PAVING BLOCK</i> DENGAN LIMBAH MEDIA TUMBUH JAMUR	41
4.4.1	Penentuan Harga Produksi.....	41
4.4.2	Data yang Diperlukan dalam Penelitian	41
4.4.3	Analisis Kelayakan Usaha <i>Paving Block</i> dengan Limbah Media Tumbuh Jamur.....	42
4.5	BAGAN ALIR PENELITIAN	42
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	44
5.1	TINJAUAN UMUM	44
5.2	PENGUJIAN KARAKTERISTIK BAHAN	44
5.2.1	Pengujian Air	44
5.2.2	Pengujian Semen	44
5.2.3	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	45
5.2.4	Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	46
5.2.5	Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Pasir	46
5.2.6	Pengujian Berat Volume Gembur Jamur	47
5.2.7	Pengujian Gradasi Pasir atau MHB	47
5.3	PERHITUNGAN KEBUTUHAN CAMPURAN	49
5.4	DATA HASIL PERHITUNGAN.....	51
5.4.1	Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	51
5.4.2	Pengujian Penyerapan Air	56
5.5	PERHITUNGAN HARGA POKOK PRODUKSI.....	60

BAB VI	SIMPULAN DAN SARAN.....	68
6.1	SIMPULAN.....	68
6.2	SARAN	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Limbah media tumbuh jamur.....	1
Gambar 3.1 Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton	24
Gambar 4.1 Dimensi <i>Paving Block</i> 200 x 100 x 60 mm	29
Gambar 5.1 Gradasi Daerah III Material Pasir Agak Halus	49
Gambar 5.2 Grafik Kuat Tekan Rata-rata <i>Paving Block</i>	54
Gambar 5.3 Grafik Daya Serap Air Rata-rata	58
Gambar 5.4 Grafik Persentase Kenaikan Serapan Air	59
Gambar 5.5 Alat Press <i>Paving Block</i> dan Alat Mixer	60
Gambar 5.6 Papan Kayu yang akan digunakan sebagai papan dasar	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan	9
Tabel 3.1 Sifat-Sifat Fisika <i>Paving Block</i>	14
Tabel 3.2 Batas-batas Gradasi Agregat Halus	19
Tabel 3.3 Standart Daya Serap Air Untuk <i>Paving Block</i>	25
Tabel 4.1 Komposisi Campuran pada <i>Paving Block</i>	30
Tabel 5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir Halus	45
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur	46
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Pasir	46
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Pasir	47
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Limbah Media Tumbuh Jamur....	47
Tabel 5.6 Pengujian Gradasi Material Pasir	48
Tabel 5.7 Penggolongan Daerah Gradasi Beserta Hasil Pengujian.....	48
Tabel 5.8 Komposisi campuran <i>paving block</i> dalam Satuan Berat	50
Tabel 5.9 Komposisi campuran <i>paving block</i> dalam Satuan Volume.....	51
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> di Pasaran.....	52
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 0 %	52
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 2,5 %	52
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 5 %	53
Tabel 5.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 7,5 %	53
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 10 %	53
Tabel 5.16 Hasil Kuat Desak Rata-rata dan Penggolongan Mutu <i>Paving Block</i>	54
Tabel 5.17 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> SNI di Pasaran	57
Tabel 5.18 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> 0%	57
Tabel 5.19 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> 2,5%	57
Tabel 5.20 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> 5%	57
Tabel 5.21 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> 7,5%	58
Tabel 5.22 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> 10%	58

Tabel 5.23 Daya Serap Air Rata-rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block*...58

ABSTRAK

Salah satu cara untuk mengatasi kebutuhan bahan bangunan tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemanfaatan sumber daya lokal yang berada di lingkungan kita agar biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis. Pemanfaatan sumber daya lokal dapat berupa pendayagunaan sampah maupun limbah. Pemanfaatan sampah maupun limbah disamping dapat mengurangi pencemaran lingkungan juga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bangunan yang sudah ada. Salah satu sampah atau limbah yang dapat dimanfaatkan adalah limbah media tumbuh jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*), limbah media tumbuh jamur kuping (*Auricularia*), dan limbah media tumbuh jamur lingzhi (*Ganoderma lucidium*).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase penambahan limbah media jamur pada *paving block* yang memenuhi standar SNI-03-0691-1996, mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air *paving block* dengan penambahan limbah media jamur yang memenuhi standar SNI-03-0691-1996, mengetahui harga pokok produksi sebuah *paving block* dengan penambahan limbah media jamur yang kompetitif di pasaran.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Pembuatan *paving block* dibuat dari pasir Gendol, semen holcim, dan limbah media jamur yang berasal dari pembudidaya jamur dari Gambretan Umbulharjo Cangkringan Sleman. Benda uji penelitian dibuat dengan 5 perlakuan penggantian limbah media tumbuh jamur yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen.

Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dengan komposisi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% limbah media tumbuh jamur terhadap berat semen masing-masing sebesar 358,97 kg/cm²; 276,55 kg/cm²; 370,92 kg/cm²; 274,49 kg/cm²; 209,15 kg/cm². Hasil pengujian porositas *paving block* dengan komposisi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% limbah media tumbuh jamur terhadap berat semen masing-masing sebesar 5,513%; 5,706%; 6,386%; 7,230%; 8,066%. Harga produksi limbah media tumbuh jamur memiliki harga pokok total Rp 1.326,61 per buah dan memiliki keuntungan sebesar 5,24 % per buah.

Kata kunci : *paving block*, limbah media tumbuh jamur, kuat tekan , penyerapan air, harga produksi *paving block*.

ABSTRACT

To contend the building material is increasing local resources utilization in our circles so it cost more economical. Local resources utilization can be waste recycling. It can relieve circles pollution and also alternate the existing building materials. One of the waste can be used is the ex-plantation of Pleurotus ostreatus waste, Auricularia waste, and Ganoderma lucidium waste.

The purpose of this researches is knowing the addition percentage of mushroom plantation waste on paving block equals to SNI-03-0691-1996, knowing the press-strength value and the paving block absorption with the addition of mushroom plantation waste equals to SNI-03-0691-1996 standards, knowing the production main cost of paving block with the addition of mushroom plantation waste which still competitive in market.

Using the experiment method, paving block is made in sand Gendol, Holcim, and mushroom plantation waste which come from mushroom cultivation in Gambretan Umbulharjo Cangkringan Sleman. The material test is made from 5 mushroom plantation waste changing that is 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, and 10% of the cement weight.

The result of paving block press-strength with the composition of 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% of mushroom plantation waste concerning the cement weight amount of 358,97 kg/cm²; 276,55 kg/cm²; 370,92 kg/cm²; 274,49 kg/cm²; 209,15 kg/cm². The result of paving block porosity with the composition of 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% of mushroom plantation waste concerning the cement weight amount of 5,513%; 5,706%; 6,386%; 7,230%; 8,066%. Production cost of mushroom plantation waste has total main cost Rp 1.326,61 per piece and has the amount profit of 5,24 % per piece.

KEYWORDS : *Paving Block, mushroom plantation waste, compressive strength, water absorption, price production of paving blocks.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pertumbuhan penduduk yang sangat cepat mengakibatkan tingginya pembangunan infrastruktur terutama kebutuhan akan sarana hunian. Pertambahan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah dan biaya yang besar dari alam maupun buatan. Salah satu cara untuk mengatasi kebutuhan bahan bangunan tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemanfaatan sumber daya lokal yang berada di lingkungan kita agar biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis.

Pemanfaatan sumber daya lokal dapat berupa pendayagunaan sampah maupun limbah. Pemanfaatan sampah maupun limbah disamping dapat mengurangi pencemaran lingkungan juga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bangunan yang sudah ada. Salah satu sampah atau limbah yang dapat dimanfaatkan adalah limbah media tumbuh jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*), limbah media tumbuh jamur kuping (*Auricularia*), dan limbah media tumbuh jamur lingzhi (*Ganoderma lucidium*). Limbah media tumbuh jamur dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Limbah Media Tumbuh Jamur

Sumber : Dokumen Pribadi

Usaha budidaya jamur yang berada di Dusun Gambretan Desa Umbulharjo Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman merupakan usaha warga dalam bidang pertanian. Permasalahan yang dihadapi adalah semakin berkembangnya usaha budidaya jamur maka limbah yang dihasilkan semakin banyak.

Limbah yang terdiri dari serbuk kayu dan bahan lain merupakan limbah budidaya jamur yang banyak dihasilkan dan tidak dimanfaatkan lagi oleh petani jamur, sebagian besar berupa sisa baglog-baglog yang gagal dan baglog habis panen. Limbah tersebut umumnya menghasilkan pencemaran berupa kantong plastik, kapas, karet gelang, kertas, cincin plastik dan serbuk kayu.

Limbah baglog jamur adalah limbah dari media tumbuh jamur yang sudah tidak produktif dan tidak digunakan lagi. Baglog memiliki kandungan Lignin dan selulosa yang cukup tinggi. Lignin adalah zat yang berfungsi sebagai penyusun sel yang terdapat dalam kayu bersama dengan selulosa. Lignin dalam kayu berguna seperti lem atau semen yang mengikat sel - sel lain dalam satu kesatuan sehingga bisa menambah kekuatan kayu supaya terlihat kokoh dan berdiri tegak. Komposisi baglog jamur terdiri dari 89% serbuk gergaji, 10% bekatul, 1% kapur (wawancara dengan petani jamur Bapak Agus Sumarmo, 2017).

Ide dasar pada penggunaan limbah media tumbuh jamur adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak terpakai dan memiliki potensi ekonomi untuk bahan pengganti material konstruksi bagi masyarakat dalam pembuatan *paving block*. Oleh sebab itu dalam penelitian ini, peneliti mencoba untuk memanfaatkan limbah media tumbuh jamur dalam pembuatan *paving block*. Hal ini dikarenakan limbah media tumbuh jamur banyak terdapat di Dusun Gambretan dan sudah menjadi limbah yang tidak berharga lagi.

Penggunaan bahan limbah media tumbuh jamur pada penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan penggunaan limbah media tumbuh jamur dalam pembuatan *paving block*. Dengan penggunaan limbah media tumbuh jamur dimaksudkan agar dapat mengetahui pengaruh penggunaan limbah media jamur terhadap kualitas *paving block*, diharapkan dengan memberikan bahan pengganti limbah media tumbuh jamur dapat menghasilkan kualitas *paving block* yang lebih baik dan dapat mengetahui potensi ekonomi pada pemanfaatan limbah media tumbuh jamur. Maka

dengan demikian perlu diteliti pengaruh penggunaan limbah media tumbuh jamur terhadap nilai kuat tekan dan daya serap serta harga produksi *paving block*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Sesuai dengan penjelasan di atas, maka permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Berapa penambahan limbah media jamur pada *paving block* agar memenuhi standar SNI-03-0691-1996?
2. Berapa besar nilai kuat tekan dan penyerapan air *paving block* dengan penambahan limbah media jamur agar memenuhi SNI-03-0691-1996?
3. Berapa harga pokok produksi sebuah *paving block* dengan penambahan limbah media jamur yang kompetitif di pasaran?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui persentase penambahan limbah media jamur pada *paving block* yang memenuhi standar SNI-03-0691-1996.
2. Mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air *paving block* dengan penambahan limbah media jamur yang memenuhi standar SNI-03-0691-1996.
3. Mengetahui harga pokok produksi sebuah *paving block* dengan penambahan limbah media jamur yang kompetitif di pasaran.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Untuk memberikan arah dalam melaksanakan penelitian dan agar tidak terjadi pengembangan masalah menjadi lebih komplek, maka dilakukan pembatasan-pembatasan sebagai berikut ini :

1. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir dari sungai Gendol Merapi.
2. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen merk Holcim yang dibungkus kemasan 40 kg.

3. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari saluran air Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi dan Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi (TBK), Universitas Islam Indonesia.
4. Dalam penelitian ini limbah media tumbuh jamur diperoleh dari produsen sekaligus petani jamur di Dusun Gambretan Desa Umbulharjo Kecamatan Cangkringan yang diambil langsung oleh peneliti.
5. Limbah media tumbuh jamur yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen adalah limbah media tumbuh jamur yang lolos saringan no 100.
6. Menggunakan perbandingan volume semen : pasir sebesar 1: 6, faktor air semen (fas) sebesar 0,35 dan dengan penambahan limbah media tumbuh jamur 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dari berat semen.
7. Pengujian dilakukan dengan standar SNI-03-0691-1996 tentang *paving block* yaitu kinerja kuat tekan, dan penyerapan air pada *paving block* dalam keadaan keras.
8. Pengujian ini menggunakan *paving block* tipe holand dengan panjang 200 mm, lebar 100 mm, dan tebal 60 mm.
9. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini hanya sebatas pengujian kuat tekan dan penyerapan air dalam kondisi *paving block* berumur 28 hari.
10. Penelitian ini dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanik Merapi dan Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi (TBK), Universitas Islam Indonesia.
11. Ketahanan aus dan reaksi kimia tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat diantaranya adalah :

1. Sebagai salah satu sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan sehingga menambah wawasan khususnya pada bahan *paving block*.

2. Sebagai bahan masukan kepada masyarakat di Dusun Gambretan tentang pemanfaatan limbah media tumbuh jamur sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block*.
3. Dapat mengurangi dampak pencemaran dari limbah media tumbuh jamur.
4. Dapat dijadikan bahan informasi dan referensi untuk melakukan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan limbah media tumbuh jamur untuk pembuatan *paving block*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PAVING BLOCK

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

2.2 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan daya serap *paving block*. Penelitian ini mengacu pada beberapa hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *paving block* atau sejenisnya sebagai referensi data penunjang dalam penelitian ini.

2.2.1 Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan *Paving Block*

Penelitian ini dilakukan oleh Nurmawati (2006). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan *paving block* dengan penambahan serbuk gergaji sebagai bahan substitusi agregat pada pembuatan *paving block*, mengetahui resapan air *paving block* dengan penambahan serbuk gergaji sebagai bahan substitusi agregat pada pembuatan *paving block*, mengetahui ketahanan aus *paving block* dengan penambahan serbuk gergaji sebagai bahan substitusi agregat pada pembuatan *paving block*.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa ada pengaruh penambahan serbuk gergaji terhadap kuat tekan *paving block* ditunjukkan dengan adanya penurunan kuat tekan *paving block* dengan semakin bertambahnya substitusi serbuk gergaji dalam *paving block*, kuat

tekan *paving block* yang dihasilkan pada substitusi serbuk gergaji sampai 20% dari berat semen rata-rata sebesar 208,619 kg/cm² meskipun ada penurunan kuat tekan, namun masih tergolong dalam mutu III sesuai SNI-03-0691-1989 dengan batas bawah kuat tekan sebesar 170 kg/cm², *paving block* dengan substitusi serbuk gergaji sampai 20 % dari berat semen mengalami kenaikan pada porositasnya rata-rata sebesar 5,89% dikarenakan sifat serbuk gergaji yang higroskopis atau mudah menyerap air. Berdasarkan hasil penelitian ini maka limbah / serbuk gergaji Industri penggergajian kayu desa Kaligading Kecamatan Boja dapat digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan *paving block*.

2.2.2 Paving Block dengan Bahan Tambah Limbah Tempurung Kelapa Sawit

Triyono (2010) telah melakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah tempurung kelapa sawit untuk pembuatan *paving block*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bahan *paving block* dan mengetahui kuat tekan, serapan air akibat penambahan limbah tempurung kelapa sawit. Pengujian ini menggunakan variasi campuran tempurung kelapa sawit sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; 20% dan 25%. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan rata-rata sebagai berikut, pada variasi campuran 0% sebesar 311,89 kg/cm², pada variasi campuran 5% sebesar 277,57 kg/cm², pada variasi campuran 10% sebesar 249,68 kg/cm², pada variasi campuran 15% sebesar 215,70 kg/cm², pada variasi campuran 20% sebesar 182,32 kg/cm², dan pada variasi campuran 25% sebesar 116,88 kg/cm². Dari pengujian tersebut dapat terlihat bahwa kuat tekan *paving block* semakin menurun dengan bertambahnya kandungan tempurung kelapa sawit dalam campuran. Sebaliknya terjadi pada pengujian serapan air, serapan air *paving block* semakin meningkat dengan bertambahnya kandungan tempurung kelapa sawit dalam campuran. Hasil pengujian serapan air masing-masing variasi adalah sebagai berikut, pada variasi 0% sebesar 5,56%, pada variasi 5% sebesar 5,89 %, pada variasi 10% sebesar 6,45 %, pada variasi 15% sebesar 6,92 %, pada variasi 20% sebesar 8,24 %, dan pada variasi 25% sebesar 10,55 %.

2.2.3 Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan *Paving* dengan Semen Jenis Pcc

Penelitian ini dilakukan oleh Firmansyah (2012). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mencari kuat tekan *paving* yang diperoleh dari penambahan limbah sisa pembakaran ampas tebu pada *paving* dengan semen jenis PCC, mengetahui jumlah penambahan limbah sisa pembakaran ampas tebu yang optimal untuk pembuatan *paving* dengan semen jenis PCC, mencari besar serapan air pada *paving* tersebut.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa ada pengaruh penambahan sisa pembakaran ampas tebu terhadap kuat tekan *paving*, hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan kuat tekan *paving* dengan semakin bertambahnya substitusi sisa pembakaran ampas tebu dalam *paving block*, kuat tekan *paving* yang dihasilkan pada substitusi SPAT (sisa pembakaran ampas tebu) sebesar 0% adalah 173,60 kg/cm²; SPAT 10% kuat tekan 162,43 kg/cm²; SPAT 20% kuat tekan 150,25 kg/cm²; SPAT 30 % kuat tekan 139,08 kg/cm²; dan SPAT 40% kuat tekan 108,62 kg/cm², porositas *paving block* dengan substitusi sisa pembakaran ampas tebu 10% adalah 7,90%; SPAT 20% porositas 8,93 %; SPAT 30% porositas 9,36%; SPAT 40% porositasnya 10,75%, berdasarkan hasil penelitian ini maka sisa pembakaran ampas tebu yang diambil dari PTPN IX PG Rendeng Kudus dapat digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan *paving block*.

2.2.4 Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada *Paving Block*

Penelitian ini dilakukan oleh Widari dkk, (2015). Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan *paving block* serta seberapa besar daya serap air pada *paving block* setelah diberi campuran abu serbuk kayu.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa pengaruh penambahan abu serbuk kayu dalam campuran *paving block* pada persentase 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% abu serbuk kayu memiliki

daya serap air sebesar 1,463%, 4,345%, 3,529%, 2,555%, dan 3,063%, kuat tekan *paving block* rata-rata untuk *paving block* campuran 0% abu serbuk kayu sebesar 17,760 Mpa dimana nilai ini termasuk dalam batasan *paving block* mutu B (17 – 20 Mpa) yaitu digunakan untuk pelataran parkir, berdasarkan daya serap air yang naik turun berpengaruh pada kuat tekan *paving block* yaitu pada penambahan 10% abu serbuk kayu dalam campuran *paving block* menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 11,979 Mpa, 15% abu serbuk kayu sebesar 13,281 Mpa, 20% abu serbuk kayu sebesar 14,792 Mpa dan 25% abu serbuk kayu sebesar 13,594 Mpa. Nilai tersebut masih termasuk dalam kategori *paving block* mutu C yang digunakan untuk pejalan kaki, kuat tekan optimum dalam penelitian ini terdapat pada penambahan 20% abu serbuk kayu yaitu 14,792 Mpa dengan daya serap air minimum 2,555%. Pada variasi ini pengikatan yang terjadi antara silika yang dihasilkan dengan kalsium hidroksida sudah mencapai titik optimum.

Dari tinjauan pustaka yang telah diuraikan, diperoleh rincian seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan

Penelitian Sebelumnya		Penelitian yang akan dilakukan
Peneliti dan Judul	Substansi Penelitian	Substansi Penelitian
Nurmawati (2006). “Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan <i>Paving Block</i> ”	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan bahan serbuk kayu. 2. Untuk mengetahui kuat tekan, resapan air, ketahanan aus <i>paving block</i> 3. Penambahan limbah industri penggergajian kayu dalam campuran <i>paving block</i> pada persentase 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan bahan limbah media tumbuh jamur. 2. Penambahan limbah media tumbuh jamur dalam campuran <i>paving block</i> pada persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%.

Lanjutan **Tabel 2.1** Perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan

<p>Triyono (2010). “<i>Paving Block</i> dengan Bahan Tambah Limbah Tempurung Kelapa Sawit”</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan limbah tempurung kelapa sawit. 2. Untuk mengetahui karakteristik, kuat tekan, serapan air. 3. Penambahan limbah tempurung kelapa sawit dalam campuran <i>paving block</i> pada persentase 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Komposisi campuran semen yang digunakan sebesar 1pc : 6 ps. 4. Mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air <i>paving block</i> dengan penambahan limbah media jamur yang memenuhi standar SNI-03-0691-1996.
<p>Firmansyah (2012). “Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan <i>Paving</i> dengan Semen Jenis Pcc”</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan sisa pembakaran ampas tebu. 2. Untuk mengetahui kuat tekan, jumlah penambahan limbah sisa pembakaran ampas tebu yang optimal, serapan air pada paving. 3. Penambahan sisa pembakaran ampas tebu dalam campuran <i>paving block</i> pada persentase 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Mengetahui harga pokok produksi sebuah <i>paving block</i> dengan penambahan limbah media jamur yang kompetitif di pasaran.
<p>Widari dkk, (2015). “Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada <i>Paving Block</i>”</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan bahan Abu serbuk kayu. 2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan <i>paving block</i> dan besar daya serap air. 3. Penambahan abu serbuk kayu dalam campuran <i>paving block</i> pada persentase 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. 	

2.3 KEASLIAN PENELITIAN

Tugas akhir ini berupa penelitian yang bersifat *experimental*, dalam penelitian ini yang akan dilakukan adalah pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan limbah media tumbuh jamur sebagai bahan substitusi semen. Hasil dari Tugas Akhir ini akan menilai persentase perbandingan material untuk memperoleh kuat tekan *paving block* sesuai dengan SNI-03-0691-1996 dengan menggunakan bahan limbah media tumbuh jamur sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block*. Kelayakan ekonomi pembuatan bata beton dihitung untuk memperoleh harga pokok produksi untuk usaha pembuatan *paving block*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 PAVING BLOCK

3.1.1 Pengertian *Paving Block*

Paving block adalah salah satu produk konstruksi yang biasa digunakan untuk perkerasan jalan, halaman rumah, trotoar dan lainnya. Dalam pembuatannya *paving block* menggunakan susunan bahan sama seperti beton yaitu semen, agregat (pasir) dan air. Selain itu cara pengujian kuat desak, pengujian daya serap air serta cara pemeliharaan hingga umur yang ditentukan juga sama (Nugroho, 2013).

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

3.1.2 Bentuk dan Dimensi *Paving Block*

Paving block banyak ditemui dipasaran dengan beraneka bentuk dan ketebalan. Pada umumnya dipasaran *paving block* dibuat dengan panjang antara 200~250 mm, dengan lebar antara 100~112 mm. Ketebalan *paving block* biasanya berkisar antara 60~100 mm. Sedangkan untuk bentuk *paving block* sendiri rata-rata berbentuk segi empat (*holand*), segi enam (*hexagonal*), dan lain sebagainya dengan ketebalan yang bervariasi menurut kebutuhan. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan pasar maka bentuk dan variasi *paving block* mulai dikembangkan dan dipasarkan (Nugroho, 2013).

3.1.3 Keuntungan *Paving Block*

Setiawan (2012) dalam Nugroho (2013) menyebutkan keuntungan *Paving Block* :

1. Pelaksanaannya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal.
2. Pemeliharaannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.
3. Tahan terhadap beban statis, dinamik dan kejut.
4. Tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan.

3.1.4 Kelemahan *Paving Block*

Setiawan (2012) dalam Nugroho (2013) menyebutkan kelemahan dari *paving block* :

1. Mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.
2. Sehingga perkerasan *paving block* sangat tidak cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan dilingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

3.1.5 Persyaratan Mutu *Paving Block*

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat mutu *paving block* sebagai berikut:

1. Sifat tampak
Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Ukuran
Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.
3. Sifat fisika
Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Sifat-Sifat Fisika *Paving Block*

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

Sumber : Bata Beton (*Paving Block*), SNI 03-0691-1996

Klasifikasi *paving block* :

- a. *Paving Block* mutu A
 - Digunakan untuk jalan.
 - *Paving Block* mutu A disyaratkan kuat tekan minimal 35 Mpa dan rerata 40 Mpa.
 - b. *Paving Block* mutu B
 - Digunakan untuk pelataran parkir.
 - *Paving Block* mutu B disyaratkan kuat tekan minimal 17 Mpa dan rerata 20 Mpa.
 - c. *Paving Block* mutu C
 - Digunakan untuk pejalan kaki.
 - *Paving Block* mutu C disyaratkan kuat tekan minimal 12,5 Mpa dan rerata 15 Mpa.
 - d. *Paving Block* mutu D
 - Digunakan untuk taman dan penggunaan lain.
 - *Paving Block* mutu D disyaratkan kuat tekan minimal 8,5 Mpa dan rerata 10 Mpa.
- 4). Ketahanan terhadap natrium sulfat.

3.2 BAHAN PENYUSUN *PAVING BLOCK*

Material yang digunakan dalam pembuatan *paving block* sama dengan material yang digunakan pada pembuatan beton biasanya. Hanya saja ada sebagian yang tidak menggunakan agregat kasar (kerikil). Ditinjau dari fungsinya material pembentuk *paving block* mempunyai fungsi yaitu semen dan sedikit air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat. Kemudian pasta semen dan campuran agregat halus (pasir) membentuk mortar untuk mengikat agregat kasar (jika pembuatannya menggunakan kerikil) menjadi kesatuan yang kompak dengan campuran yang merata menghasilkan campuran plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang dalam acuan serta membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi kering atau padat (Dian, 2010).

3.2.1 Semen *Portland*

Semen *portland* adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen *portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling *klinker* yang terdiri dari *kalsium sulfat* sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*). Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Mulyono,2005).

Menurut SNI 2049-2015, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Jenis dan penggunaan semen portland :

1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
2. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat Halus

Agregat adalah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton (Tjokrodimulyo, 1992).

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butiran-butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,8 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,8 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus. Secara umum agregat halus sering disebut sebagai pasir, baik berupa pasir alami yang di peroleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay*. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan

gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kesetabilan kimiawi, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus, dan tahan cuaca (Tjokrodimulyo, 1992).

Menurut SNI 1970-2008, Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (No.4).

Agregat halus sering disebut dengan pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian maupun hasil pemecahan. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat dengan besar butir kurang dari 4,80 mm. Agregat halus mempunyai peran penting sebagai pembentuk beton dalam pengendalian *workability*, kekuatan (*strength*), dan keawetan beton (*durability*). Pasir sebagai agregat halus harus memenuhi gradasi dan persyaratan yang telah ditentukan (Mulyono, 2005).

Syarat-syarat agregat halus (pasir) dalam Mulyono (2005) sebagai bahan material pembuatan beton sesuai dengan ASTM C 33 adalah sebagai berikut:

1. Material dari bahan alami dengan kekasaran permukaan yang optimal sehingga kuat tekan beton besar.
2. Butiran tajam, keras, awet (*durable*) dan tidak bereaksi dengan material beton lainnya.
3. Berat jenis agregat tinggi yang berarti agregat padat sehingga beton yang dihasilkan padat dan awet.
4. Gradasi sesuai spesifikasi dan hindari *gap graded aggregate* karena akan membutuhkan semen lebih banyak untuk mengisi rongga.
5. Bentuk yang baik adalah bulat, karena akan saling mengisi rongga dan jika ada bentuk yang pipih dan lonjong dibatasi maksimal 15% berat total agregat.

Pemeriksaan agregat halus perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan dan juga dilakukan untuk mengetahui apakah agregat halus ini memenuhi persyaratan atau tidak. Hasil pemeriksaan ini juga dapat digunakan sebagai data rencana adukan beton yang akan digunakan dalam pembuatan *paving block*.

Pemeriksaan agregat halus meliputi:

1. Kadar Lumpur

Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Yang dimaksud lumpur adalah bagian yang lolos saringan 200 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci.

2. Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian berat jenis agregat halus dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus/pasir.

3. Gradasi Pasir atau Modulus Halus Butir Agregat

Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butir pasir. Bila butir-butir pasir mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi lebih sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai presentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah 9,60; 4,80; 2,40; 1,20; 0,60; 0,30; dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulus halus butir (mhb) dan tingkat kekasaran pasir. Mhb menunjukkan ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari jumlah persentase kumulatif butiran yang tertahan dibagi 100. Semakin kecil nilai mhb menunjukkan semakin halus atau kecil butir-butir agregatnya. Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5 - 3,8 (Sukron 2012). SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi ukuran butiran pasir dapat dibagi menjadi empat daerah atau zona, yaitu zona I (kasar), zona II

(agak kasar), zona III (agak halus) dan zona IV (halus), sebagaimana tampak pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Batas-batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Berat Butir yang Lolos Saringan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:

- Zona I = Pasir Kasar
- Zona II = Pasir Agak Kasar
- Zona III = Pasir Agak Halus
- Zona IV = Pasir Halus

3.2.3 Air

Menurut Mulyono (2005), semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air, air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betonya lecah (*workable*).

Faktor air semen (FAS) sangat berpengaruh dalam proses pembuatan beton dan juga kualitas beton. Nilai fas ini merupakan perbandingan berat air dengan berat semen, semakin kecil nilai fas akan mengakibatkan beton segar sulit dikerjakan tanpa bahan tambah sedangkan jika kelebihan air mengakibatkan kualitas beton menjadi menurun. Untuk bereaksi dengan semen, diperlukan air sekitar 0,30 kali berat semen, namun kenyataannya jika dipakai nilai fas kurang dari 0,35 adukan mortar atau beton menjadi sulit dikerjakan, sehingga umumnya berat air lebih dari

0,35 berat semen. Adanya kelebihan air berfungsi sebagai pelumas, terlalu sedikit air menyebabkan proses pembuatan campuran sulit dikerjakan, sedangkan bila terlalu banyak air menyebabkan kekuatan beton banyak berkurang serta terjadi penyusutan yang besar setelah campuran mengeras (Tjokrodimulyo, 1992). Namun pada pembuatan *paving block*, fas yang biasa digunakan adalah 0,2-0,35 dari berat semen. Karena jika terlalu encer maka akan susah dalam pencetakan *paving block*.

Menurut SNI 03-2847-2002 ada beberapa persyaratan penggunaan air untuk beton, persyaratan tersebut adalah sebagai berikut:

1. 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.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang tertanam di dalamnya logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - a. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama,
 - b. 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.

3.2.4 Limbah Media Tumbuh Jamur (Baglog)

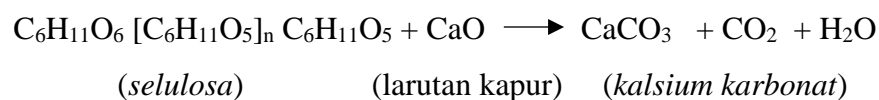
Limbah media tumbuh jamur (baglog) adalah media yang digunakan sebagai tempat pertumbuhan jamur yang sudah tidak layak digunakan lagi karena jamur tidak dapat tumbuh di atas media tersebut. Di dalam baglog terdapat serbuk gergaji, bekatul, kapur serta air. Bahan penyusun dari baglog ini paling banyak

dari serbuk gergaji yang mengandung selulosa dan lignin yang bisa digunakan sebagai bahan pengganti dari semen.

Menurut produsen dan petani jamur Bapak Agus Sumarmo, komposisi baglog jamur sendiri bisa bervariasi tergantung dari produsen baglog jamur. Adapun dalam penelitian ini komposisi baglog jamur yang diambil dari kumbang Bapak Agus Sumarmo terdiri dari serbuk kayu (89%), bekatul (10%) serta kapur (1%).

Menurut Nursalin (2007) dalam Adisura (2015) serbuk kayu merupakan limbah pengergajian kayu yang mempunyai komposisi kimia 40-45% *selulosa*, 18-33% *lignin*, 21-24% *pentason*, 1-12% zat ekstraktif, dan 0,22-6% abu. Dari proses penggilingan padi diperoleh *neras* sebanyak 60-65%. Kulit padi terdiri atas *hull* yang merupakan kulit bagian terluar dan *bran* (bekatul) yang merupakan bagian dalam atau selaput biji. Bekatul merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan serat *selulosa* sebesar 8,7-11,4% dan *hemiselulosa* 9,6-12,8%.

Sebelum limbah media tumbuh jamur dijadikan bahan pengisi pada beton atau mortar terlebih dahulu serbuk gergaji tersebut diolah melalui proses mineralisasi. Proses ini diperlukan untuk mengurangi kadar zat ekstraktif pada serbuk gergaji seperti gula, tanin dan asam-asam organik dari tumbuh tumbuhan agar daya lekatan dan pengerasan semen tidak terganggu. Seperti terlihat pada reaksi kimia di bawah ini.



Terlihat dari hasil reaksi diatas bahwa serbuk gergaji yang banyak mengandung *selulosa* setelah direndam dengan larutan kapur selama ± 24 jam akan membentuk *kalsium karbonat* sebagai zat perekat (*tobermorite*) yang apabila bereaksi dengan semen akan semakin merekatkan butir-butir agregat sehingga terbentuk massa yang kompak dan padat (Andrias, dkk, 1996 dalam Nurmawati 2006).

3.3 PENGUJIAN PAVING BLOCK

Pengujian yang akan dilakukan di laboratorium meliputi pengujian kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*. Berikut penjelasan masing-masing pengujian :

3.3.1 Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan *paving block* adalah besaran beban yang mampu ditahan per satuan luas sebuah *paving block* sehingga *paving block* tersebut hancur akibat gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Menurut SNI 03-0691-1996, Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan/kuat desak adalah sebagai berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

f_c = Kuat tekan/kuat desak *paving block* (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Menurut Tjokrodinuljo (1992), faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan *paving block* diantaranya:

a. Faktor air semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat Antara air dengan semen dalam suatu campuran beton. Dalam pencampuran terdapat nilai fas yang optimum, terlalu sedikit (kecil) nilai fas-nya berakibat semen bereaksi kurang sempurna sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Kurang sempurnanya reaksi maupun kurang padatnya adukan beton mengakibatkan beton yang terjadi lemah dan berongga sehingga berakibat kekuatan beton berkurang. Sedangkan jika nilai fas yang berlebihan bisa mengakibatkan sulit dalam pencetakan *paving block*, berkurangnya ketahanan abrasi, kekuatan tarik dan tekan. Fas yang umum digunakan ialah 0,35 dari berat semen.

b. Umur beton

Umur beton berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Berdasarkan penelitian umur beton untuk mencapai kuat desak maksimumnya adalah 28 hari, namun umur ini dapat bervariasi (lebih atau kurang dari 28 hari) yang disebabkan oleh jenis material atau bahan tambah dari suatu campuran. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton juga dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatannya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatannya.

c. Jumlah semen

Semen berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat yang terdapat dalam suatu campuran. Semen ditambah air bereaksi menjadi pasta, semakin sedikit pasta maka berakibat banyak rongga antar agregat sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Hal ini berakibat kuat tekan beton menjadi rendah.

d. Jenis semen

Semen Portland dalam pembuatan beton terdiri dari beberapa jenis. Masing-masing jenis semen Portland mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras dan sebagainya, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan betonnya.

e. Sifat agregat

Agregat terdiri dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

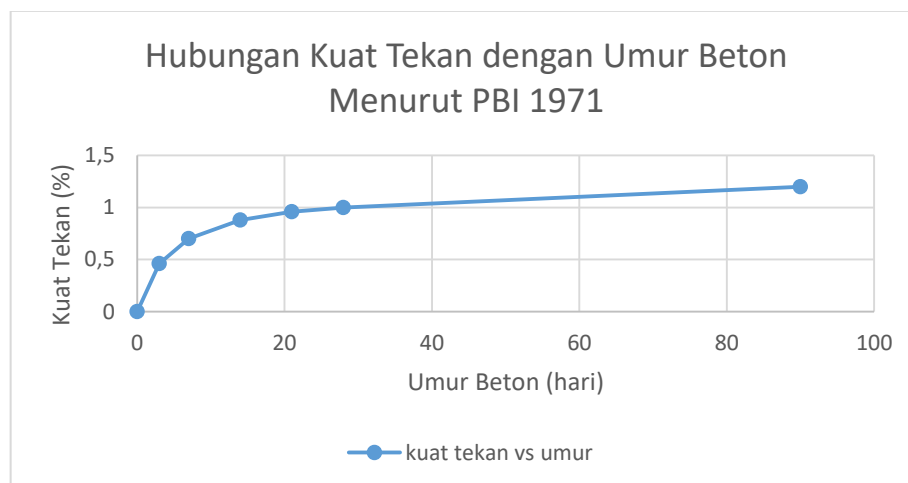
1. Kekerasan permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat dari pada permukaan agregat yang halus dan licin.
2. Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri yang mengunci dan

sulit digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat. Oleh karena itu, beton yang dibuat dari batu pecah lebih kuat dari pada kerikil.

3. Kuat tekan agregat, karena sekitar 70% volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan rendah maka akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah.

Karakteristik Uji Desak berdasarkan umur pengujian

Kuat tekan beton merupakan faktor yang utama dan penting untuk diperhatikan di dalam pelaksanaan pengecoran. Kekuatan beton akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya umur beton. Pada umur awal, kenaikan mutu beton akan naik secara signifikan, tetapi akan berangsur-angsur mengecil setelah umur 28 hari. Rata-rata beton mencapai kekuatan tekan karakteristik rencananya pada umur 28 hari. Pada umur tersebut kuat tekan karakteristik beton mencapai kekuatan rencananya. Biasanya umur yang digunakan dalam perencanaan adalah umur 28 hari. Dibawah ini adalah grafik hubungan antara umur beton dengan faktor kuat tekannya menurut peraturan beton (PBI 1971)



Gambar 3.1 Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton
(Sumber: Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971)

3.3.2 Daya Serap Air *Paving Block*

Daya serap air *paving block* adalah persentase berat air yang mampu diserap melalui pori-pori oleh *paving block*. Hasil ini bisa didapatkan dengan membandingkan berat *paving block* kering dan basah (setelah perendaman didalam air). Berat *paving block* kering didapatkan dari pengovenan benda uji pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 24 jam.

Dari percobaan maka didapatkan berat basah dan berat kering *paving block* sehingga daya serap air dapat dicari berdasarkan SNI 03-0691-1996 seperti pada persamaan berikut:

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

Keterangan :

A = berat bata beton basah

B = berat bata beton kering

Menurut SNI 03-0691-1996 mutu *paving block* ditinjau dari daya serap air dibagi menjadi 4 bagian, seperti pada tabel 3.3 dibawah ini:

Tabel 3.3 Standart Daya Serap Air Untuk *Paving Block*

Mutu	Serapan Air Maksimum (%)
A	3
B	6
C	8
D	10

Sumber : Bata Beton (*Paving Block*), SNI 03-0691-1996

3.4 HARGA POKOK PRODUKSI

Perhitungan harga pokok produksi sangat mempengaruhi penetapan harga jual suatu produk sekaligus penetapan laba yang diinginkan. Dengan demikian ketepatan dalam melakukan perhitungan harga pokok produksi benar-benar

diperhatikan karena apabila terjadi kesalahan dalam perhitungan akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan industri. Penentuan harga pokok produksi memegang peran yang sangat penting dalam perusahaan industri. Salah satu kegunaan dan penentuan harga pokok produksi adalah untuk menentukan nilai harga jual. Harga jual produk akan mempengaruhi laba yang diharapkan perusahaan industri, juga kemampuan bersaing produk sejenis yang dihasilkan perusahaan industri lain.

1. Pengertian harga pokok produksi menurut beberapa ahli yaitu:
 - a. Mulyadi (2007), harga pokok produksi adalah pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau kemungkinan terjadi untuk memperoleh penghasilan.
 - b. Nurlela (2007), harga pokok produksi adalah kumpulan biaya produksi yang terdiri dari bahan baku langsung, tenaga kerja langsung dan biaya overhead pabrik ditambah persediaan produk dalam proses awal dan dikurang persediaan produk dalam proses akhir.
 - c. Wicaksono (2006), harga pokok produksi adalah sejumlah nilai aktiva, tetapi apabila selama tahun berjalan aktiva tersebut dimanfaatkan untuk membantu memperoleh penghasilan.

Berdasarkan pengertian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa harga pokok produksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi suatu produk pada waktu tertentu yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya overhead pabrik.

2. Penjelasan mengenai unsur-unsur harga pokok produksi adalah sebagai berikut:
 - a. Biaya Bahan Baku

Biaya bahan baku adalah semua biaya bahan yang dapat dimasukkan langsung dalam kalkulasi biaya produk, seperti biaya alat bangunan, biaya alat, biaya perawatan alat, biaya papan dasar, dan biaya material yang digunakan.

b. Biaya Tenaga Kerja Langsung

Tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja yang memiliki kinerja langsung terhadap proses pengolahan produk, baik menggunakan kemampuan fisiknya maupun dengan bantuan mesin. Biaya tenaga kerja langsung adalah upah yang diperoleh pekerja untuk mengubah bahan dari keadaan mentah menjadi produk jadi. Sebagai contoh, upah yang dibayarkan kepada pekerja pabrik *paving block*.

c. Biaya *Overhead* Pabrik

Biaya *overhead* pabrik disebut juga biaya produk tidak langsung, yaitu biaya yang mencakup semua biaya produksi selain biaya bahan langsung dan biaya tenaga kerja langsung. Penekanannya disini adalah pada istilah biaya produksi seperti biaya konsumsi, biaya THR, biaya pengiriman dan margin keuntungan.

3. Harga pokok produksi mempunyai fungsi sebagai berikut:

a. Harga pokok sebagai penetapan harga jual.

Harga pokok merupakan hal penting yang perlu diketahui oleh perusahaan karena harga pokok dapat memberikan pengaruh terhadap penentuan harga jual produk tertentu.

b. Harga pokok sebagai dasar penetapan laba.

Apabila perusahaan telah membuat perhitungan harga pokok maka perusahaan dapat menetapkan laba yang diharapkan yang akan mempengaruhi tingkat harga jual suatu produk tertentu.

c. Harga pokok sebagai dasar penilaian efisiensi.

Harga pokok dapat dijadikan dasar untuk mengontrol pemakaian bahan, upah dan biaya produksi tidak langsung. Hal ini dapat dilakukan dengan menetapkan harga pokok standar terlebih dahulu dan kemudian membandingkan dengan harga pokok yang aktual atau yang sebenarnya terjadi. Apakah terdapat selisih antara perhitungan kedua harga pokok tersebut, apabila ada selisih negatif berarti proses produksi yang

dilaksanakan belum efisien dan perusahaan perlu mengetahui penyebab terjadinya selisih tersebut, sehingga dapat diambil tindakan koreksi untuk memperbaiki kesalahan tersebut sedangkan bila ada selisih positif maka perlu ditelusuri terlebih lanjut atas selisih tersebut apakah karena perusahaan telah menjalankan proses produksi secara efisien atau perhitungan harga pokok standar yang kurang tepat.

- d. Harga pokok sebagai dasar pengambilan berbagai keputusan manajemen.

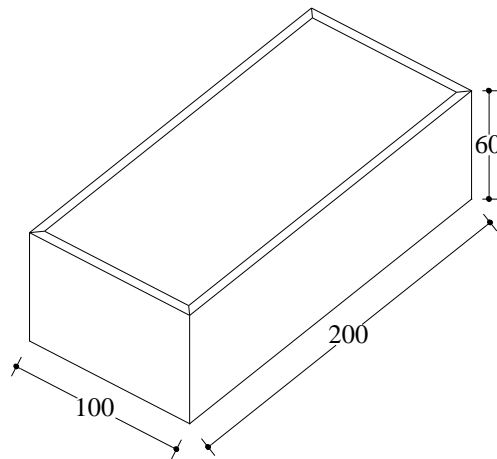
Harga pokok merupakan suatu pedoman penting sekaligus sebagai suatu dasar untuk pengambilan keputusan khusus perusahaan, misalnya:

- 1) Menetapkan perubahan harga penjualan.
- 2) Menetapkan penyesuaian proses produksi.
- 3) Menetapkan strategi persaingan di pasaran luas.
- 4) Merencanakan ekspansi perusahaan.
- 5) Pengambilan keputusan-keputusan khusus manajemen, seperti apakah akan membeli atau membuat sendiri suatu suku cadang, apakah menerima suatu pesanan khusus dengan harga khusus atau tidak.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 TINJAUAN UMUM

Objek penelitian ini adalah *paving block* dengan menggunakan limbah media tumbuh jamur. Dalam penelitian ini benda uji *paving block* yang dibuat berjenis *holand* atau segi empat dengan dimensi 200 x 100 x 60 mm sesuai dengan standart Industri Indonesia, dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Dimensi *Paving Block* 200 x 100 x 60 mm

Semen yang digunakan adalah semen merk Holcim yang dibungkus kemasan 40 kg, pasir dari sungai Gendol Merapi, serta air bersih dari Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi. Sedangkan limbah media tumbuh jamur yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah dari petani jamur yang berada di Dusun Gambretan Desa Umbulharjo Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman.

4.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia untuk pengujian bahan, pengujian kuat tekan dan pengujian daya serap air. Sedangkan untuk pembuatan *paving block* akan dilaksanakan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Jalan Kaliurang Km 14,5 Sleman Yogyakarta.

4.1.2 Komposisi Bahan Susun

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan bahan limbah media tumbuh jamur dalam pembuatan *paving block*. Penelitian ini menggunakan campuran dengan perbandingan berat 1pc : 6ps, sedangkan untuk kebutuhan limbah media tumbuh jamur menggunakan perbandingan terhadap berat semen. Kandungan air keseluruhan pada campuran *paving block* menggunakan rasio antara semen dan air sebesar 0,35. Jumlah perulangan dari masing masing komposisi adalah 5 buah untuk pengujian kuat tekan dan penyerapan air, sehingga jumlah benda uji yang digunakan yaitu 40 buah. Komposisi campuran pada *paving block* dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Komposisi Campuran pada *Paving Block*

Variasi	Komposisi campuran Setiap Variasi				Jumlah Benda Uji	
	Semen	Pasir	% Limbah Jamur dari Berat Semen	Air	Uji Kuat Tekan	Penyerapan Air
I	1	6	0 %	0,35	4	4
II	1	6	2,5 %	0,35	4	4
III	1	6	5 %	0,35	4	4
IV	1	6	7,5 %	0,35	4	4
V	1	6	10 %	0,35	4	4

4.2 PERALATAN DAN BAHAN PENELITIAN

4.2.1 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan

Pada penelitian ini menggunakan 3 macam timbangan dengan ketelitian yang berbeda-beda. Yang pertama timbangan duduk merk Tagani dengan ketelitian 1 kg, yang kedua timbangan merk Kain Chung dengan ketelitian 0,1 kg dan timbangan dengan ketelitian 1 gram.

2. Cetok

Cetok memiliki berbagai macam bentuk, seperti oval dan kerucut. Cetok digunakan untuk mengambil, memindahkan dan mencampur bahan penyusun *paving block*. Cetok juga digunakan untuk memasukan dan meratakan mortar yang dimasukkan pada cetakan *paving block*.

3. Saringan atau ayakan

Saringan yang digunakan ada beberapa macam. Untuk pembuatan benda uji menggunakan saringan dengan diameter 10 mm untuk agregat halus, diameter 2 mm untuk bagian kepala *paving block* dan saringan no 100 untuk menyaring limbah media tumbuh jamur. Sedangkan untuk pengujian gradasi pasir menggunakan satu set saringan dari no. 1 sampai no. 200.

4. Gelas Ukur (*Piknometer*)

Gelas ukur diperlukan untuk mengukur volume air yang dibutuhkan pada proses pencampuran bahan *paving block*, gelas ukur yang digunakan mempunyai kapasitas 500 ml.

5. Oven

Oven yang digunakan bermerk Heracus dengan kapasitas panas sampai 250 ° C. Alat ini digunakan untuk mengeringkan benda uji untuk pengujian kuat tekan dan pengujian daya serap air.

6. Peralatan pendukung

Peralatan pendukung yang lain, seperti ember, sikat, pengaris, perekat, karung selang dan bak perendaman.

7. *Mixer* (alat pengaduk campuran)

Mixer yang digunakan adalah mixer dengan diameter 1,5 m yang biasa digunakan untuk mencampur adonan beton pada pembuatan *paving block*. Kapasitas alat ini mampu mencampur campuran sekitar 100 buah *paving block* tipe holand dalam sekali proses (10-15 menit). Sistem kerja alat ini yang bergerak memutar adalah bagian pengaduknya, sehingga bagian wadah (*bucket*) statis tidak bergerak. Bagian pengaduk

yang berporos pada titik tengah bucket bergerak memutar seperti jarum jam digerakkan dengan motor listrik (dinamo), dengan demikian pasir, semen dan air yang telah dimasukkan ke dalam mixer dapat tercampur dengan merata.

8. Cetakan *paving block holand* dengan ukuran $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$
Cetakan *paving block* yang digunakan terbuat dari bahan besi dengan ukuran $70 \text{ cm} \times 90 \text{ cm}$. Pada satu cetakan tersebut dapat mencetak 12 *paving block* jenis *holand* dalam sekali cetak. Cetakan ini terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian *stampel* dan bagian *form*. Bagian *stempel* berfungsi sebagai ujung penekanan pada mesin dan memberikan bentuk pada permukaan *paving block* pada saat pencetakan. Sedangkan bagian *form* berfungsi untuk memberikan bentuk pada sisi-sisi *paving block* sesuai bentuk yang diinginkan dan meminimalkan kerusakan *paving block* pada saat pencetakan.
9. Mesin pres *paving block*
Mesin pres yang digunakan adalah mesin pres pembuatan *paving block* yang dioperasikan dengan *system* hidrolis dan dilengkapi vibrator (pengetar). Sistem hidrolis digunakan untuk mengangkat cetakan dan memberikan tekanan (pemadatan) pada saat pencetakan. Sedangkan vibrator yang diletakkan dibawah meja mesin berfungsi untuk menggerakkan butir-butir campuran yang telah dituangkan pada cetakan sehingga bergerak mengisi celah-celah yang masih kosong. Hal ini dilakukan agar sebelum proses penekanan campuran sudah pada keadaan padat di dalam cetakan.
10. Alat uji kuat desak menggunakan alat uji kuat tekan digital dengan merk Ele tipe AD R3000 dengan kapasitas tekan 2000 kN. Alat ini bekerja dengan menggunakan *system* hidrolis dan dilengkapi komputer yang memproses data lalu menampilkan hasil pembebanan maksimalnya di layar monitor.

4.2.2 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan *paving block* dalam penelitian ini adalah :

1. Limbah Media Tumbuh Jamur

Limbah media tumbuh jamur yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari petani jamur yang ada di Dusun Gambretan Desa Umbulharjo Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman.

2. Semen *Portland*

Benda uji yang akan dibuat dalam penelitian ini menggunakan semen *portland* merk Holcim kemasan 40 kg. Dari kemasan diambil atau ditakar sesuai perhitungan berat semen yang digunakan pada setiap variasinya.

3. Agregat halus

Benda uji yang akan dibuat dalam penelitian ini menggunakan pasir yang berasal dari kali gendol merapi. Pasir yang digunakan sudah diayak dengan ayakan berdiameter 0,475 m.

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air yang tidak berwarna atau jernih, tidak berbau, dan tidak mengandung benda-benda asing yang dapat dilihat secara kasat mata. Air yang digunakan yaitu air yang berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi (TBK), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.3 PROSEDUR PENELITIAN

Persiapan dan pemeriksaan bahan susun *paving block* dilaksanakan dilaboratorium Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi (TBK), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terdapat langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian ini, berikut tahapan-tahapannya:.

4.3.1 Tahap Pengujian

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah mempersiapkan bahan-bahan penyusun *paving block* yang diantaranya, mempersiapkan pasir agregat halus yang lolos ayakan berdiameter 4,75 mm, semen serta limbah media tumbuh jamur yang akan digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block*. Penelitian pada tahap ini meliputi

1. Uji Saringan (Gradasi Pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui variasi diameter butiran pasir dan modulus halus butir (MHB) pasir.

a. Alat Pengujian

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- Satu set saringan 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm
- Alat pemisah pasir
- Mesin penggetar saringan
- Talam
- Kuas
- Sikat kuningan
- Sendok

b. Bahan Pengujian

- Pasir sebanyak 1 kg

c. Langkah-langkah pemeriksaan gradasi pasir adalah sebagai berikut:

- Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu $\pm 115^{\circ}$ C sampai beratnya tetap.
- Keluarkan pasir dari dalam oven kemudian dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram.
- Ayakan disusun sesuai dengan urutannya, ukuran terbesar diletakkan paling atas yaitu: 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm.

- Pasir dimasukkan ke dalam saringan paling atas kemudian tutup. Jepit susunan saringan tersebut, kemudian hidupkan mesin penggetar selama 10 menit, kemudian diamkan 5 menit agar pasir tersebut mengendap.
- Pasir yang tertinggal dalam masing-masing ayakan ditimbang beserta wadahnya.
- Hitung berat pasir yang tertahan pada masing-masing ayakan.
- Gradasi pasir diperoleh dengan menghitung jumlah kumulatif persentase butir-butir pasir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus halus butir pasir dihitung dengan menjumlahkan persentase kumulatif butir yang tertinggal kemudian dibagi seratus.

d. Perhitungan

Berikut rumus yang digunakan dalam pengujian ini:

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\text{Berat Tertinggal Kumulatif}}{100}$$

2. Pengujian Berat Jenis Pasir

Pengujian berat jenis pasir dimaksudkan untuk pedoman saat pengujian dalam menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam pasir.

a. Alat Pengujian

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- Piknometer
- Kerucut terpancung dan Batang penumbuk
- Saringan no 4 (4,75 mm)
- Oven
- Thermometer
- Talam
- Bejana tempat air

- Desikator
- b. Bahan Pengujian
 - Pasir dalam keadaan SSD
 - Air
- c. Langkah-langkah pengujian berat jenis pasir adalah sebagai berikut:
 - Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu $\pm 115^{\circ}$ C sampai beratnya tetap, dinginkan pasir dalam suhu ruang kemudian rendam pasir selama 24 jam.
 - Setelah 24 jam direndam air, kemudian buang air rendaman dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbuang. Pasir diletakkan diatas nampan dan diangin-anginkan sampai mencapai keadaan jenuh kering muka. Untuk pengujian kondisi jenuh kering muka dilakukan dengan memasukkan pasir pada kerucut terpancung dan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali. Pada saat kerucut diangkat, pasir akan runtuh tetapi masih berbentuk kerucut.
 - Pasir tersebut dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak 500 gram kemudian masukkan air dalam piknometer hingga mencapai 90% isi piknometer atau sampai pada garis batas pada piknometer, putar dan guling-gulingkan piknometer sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.
 - Tambahkan air kedalam piknometer sampai penuh, kemudian timbang (Bt).
 - Keluarkan pasir dan keringkan dalam oven dengan suhu 115° C sampai beratnya tetap lalu dinginkan. Kemudian pasir ditimbang (Bk).
 - Piknometer dibersihkan, kemudian isi piknometer dengan air sampai pada tanda batas lalu ditimbang (B).

d. Perhitungan

Berikut rumus yang digunakan dalam pengujian ini:

$$\text{- Berat Jenis Curah} = \frac{Bk}{B + 500 - Bt} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$\text{- Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan} = \frac{500}{B + 500 - Bt} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\text{- Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\text{- Penyerapan} = \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(4.4)$$

Keterangan:

Bk = Berat pasir kering oven (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

Bt = Berat piknometer berisi pasir dan air (gram)

500 = Berat pasir dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram)

3. Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah agregat yang lolos saringan 200 mm. Bila kadar lumpur melebihi 5% maka pasir harus dicuci.

a. Alat Pengujian

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- Saringan nomor 200
- Cawan
- Oven

b. Bahan Pengujian

- Pasir dengan ukuran butiran maksimal 4,8 mm sebanyak 500 gram

c. Prosedur Pengujian

- Masukkan pasir ke dalam oven hingga suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$
- Tunggu sampai kering dan berat tetap kemudian timbang
- Aliri pasir dengan air di atasnya
- Ratakan pasir dengan air hingga bagian halus menembus saringan dan yang kasar tertinggal di saringan
- Ulangi pekerjaan tersebut sampai air pencucian menjadi jernih
- Keringkan agregat yang telah dicuci sampai berat tetap di suhu $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$
- Timbang dengan ketelitian 0,1 gram

d. Perhitungan

Berikut rumus yang digunakan dalam pengujian ini:

$$\text{Berat yang lewat saringan no. 200} = \left\{ \frac{W_1 - W_2}{W_1} \right\} \times 100\% \dots\dots\dots(4.5)$$

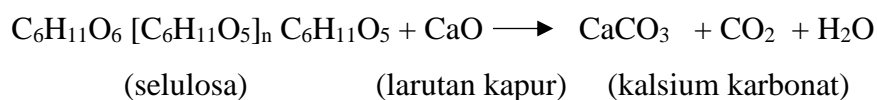
Keterangan:

W1 = Berat pasir kering oven (gram)

W2 = Berat pasir kering setelah dicuci (gram)

4. Proses Limbah Media Tumbuh Jamur

Sebelum limbah media tumbuh jamur dijadikan bahan pengganti pada beton atau mortar terlebih dahulu limbah tersebut diolah melalui proses mineralisasi. Proses ini diperlukan untuk mengurangi kadar zat ekstraktif pada serbuk gergaji seperti gula, tanin dan asam-asam organik dari tumbuh tumbuhan agar daya lekatan dan pengerasan semen tidak terganggu. Seperti terlihat pada reaksi kimia di bawah ini.



Terlihat dari hasil reaksi diatas bahwa serbuk gergaji yang banyak mengandung selulosa setelah direndam dengan larutan kapur selama ± 24 jam akan membentuk kalsium karbonat sebagai zat perekat (*tobermorite*) yang apabila bereaksi dengan semen akan semakin merekatkan butir-butir agregat sehingga terbentuk massa yang kompak dan padat (Andrias, dkk, 1996 dalam Nurmawati 2006).

4.3.2 Tahap Pencampuran

Perbandingan volume semen : pasir adalah 1 : 6 dan nilai fas yang digunakan adalah 0,35 dari berat semen dengan variasi penambahan limbah media tumbuh sebesar 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%. Dalam proses ini meliputi penimbangan dan pencampuran bahan. Masing-masing bahan ditimbang sesuai dengan variasi komposisinya kemudian dicampur dengan menggunakan alat pencampur (mixer) selama 10 – 15 menit.

4.3.3 Proses Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan atau pencetakan benda uji dilakukan dengan mesin pres. Mesin yang digunakan adalah mesin dengan sistem hidrolik dilengkapi sistem vibrator yang biasa digunakan untuk proses produksi *paving block*. Bersamaan dengan itu pada saat pemadatan dilakukan penggetaran sehingga membantu pergerakan agregat untuk saling mengisi celah atau rongga yang ada pada sebuah *paving block*. Maka dengan metode demikian diharapkan memberikan hasil atau kekuatan yang sama pada proses pemadatan pada masing-masing benda uji dan memperkecil terjadinya human error.

Berikut ini adalah langkah-langkah pencetakan atau proses pembuatan benda uji *paving block* dengan menggunakan mesin pres getar:

1. Letakkan alas (triplek tebal 2 mm) pada meja mesin.
2. Atur mesin pada posisi cetakan membuka (bagian stempel diatas bagian form) sehingga campuran bisa dimasukkan kedalam cetakan.
3. Masukkan campuran (kaki) ke dalam cetakan.
4. Nyalakan sistem getar pada mesin sekitar ± 10 detik.

5. Penuhi kembali isi cetakan yang turun akibat penggetaran dengan campuran kepala
6. Tekan tuas pengepresan atau pemadatan sehingga bagian stempel turun dan melakukan proses pemadatan sambil sistem getar dijalankan.
7. Tekan tuas untuk mengangkat kedua bagian cetakan.

4.3.4 Proses Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah satu hari dari pencetakan *paving block*. Pada umur 1 hari atau benda uji cukup keras dilakukan perendaman dengan durasi 3 jam periode 2 kali sehari selama 2 hari, setelah direndam benda uji disiram dengan ditutupi bagian permukaan *paving block* menggunakan karung goni agar terjaga kelembabannya sampai *paving block* umur 28 hari. Hal ini dimaksudkan agar proses pengeringan dan pengerasan pada *paving block* berjalan dengan sempurna (untuk mencegah terjadinya retak-retak/pecah pada *paving block*).

4.3.5 Proses Pengujian Paving Block

Pengujian *paving block* dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas *paving block* yang dihasilkan. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Adapun pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian Kuat Tekan

Setelah umur *paving block* mencapai 28 hari pengujian kuat desak dapat dilakukan untuk mengetahui kuat desak *paving block*. Langkah-langkah pengujian ini berdasarkan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

- a. Benda uji yang telah diangin-anginkan selama satu hari dibersihkan permukaannya dari kotoran yang menempel.
- b. Timbang benda uji menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,5 gram.
- c. Ukur dimensi benda uji menggunakan caliper atau jangka sorong.
- d. Benda uji diletakkan ditempat benda uji tepat di tengah pada alat uji.
- e. Mesin dinyalakan dengan pemberian beban yang terus meningkat.
- f. Pembebanan dilakukan sampai bebannya turun dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

2. Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan *paving block* untuk menyerap air melalui pori-porinya. Mengacu pada SNI 03-0691-1996 langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Rendam benda uji kedalam air hingga jenuh selama 24 jam, kemudian timbang beratnya dalam keadaan basah dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,5 gram.
- b. Keringkan benda uji dalam oven dengan suhu 115°C selama 24 jam sampai berat pada dua kali penimbangan selisihnya tidak lebih dari 0,2%.
- c. Timbang dalam keadaan kering oven.

4.4 HARGA POKOK PRODUKSI *PAVING BLOCK* DENGAN LIMBAH MEDIA TUMBUH JAMUR

4.4.1 Penentuan Harga Pokok Produksi

Menentukan harga pokok produksi adalah bagaimana memperhitungkan biaya kepada suatu produk, yang dapat dilakukan dengan cara memasukan seluruh biaya produksi atau hanya memasukan unsur biaya produksi variabel saja.

4.4.2 Data Yang Diperlukan Dalam Penelitian

Data yang diperlukan untuk menentukan harga pokok produksi adalah sebagai berikut:

1. Data harga *paving block* di pasaran
2. Produktivitas tukang
3. Data biaya produksi, meliputi:
 - a. Menghitung Biaya Alat,
 - b. Menghitung Biaya Bangunan,
 - c. Menghitung Biaya Perawatan Alat,
 - d. Menghitung Biaya Upah,
 - e. Menghitung Biaya Material,
 - f. Menghitung Biaya Konsumsi,
 - g. Menghitung Biaya THR,

- h. Menghitung Pengeluaran Per Hari,
- i. Menghitung Pemasukan Per Hari,
- j. Selisih (Keuntungan).

4.4.3 Analisis Kelayakan Usaha *Paving Block* dengan Limbah Media Tumbuh Jamur

Analisis kelayakan usaha dilakukan dengan beberapa metode pengumpulan data, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Mencari literature yang berhubungan dengan penelitian tentang pembuatan *paving block*.

2. Wawancara

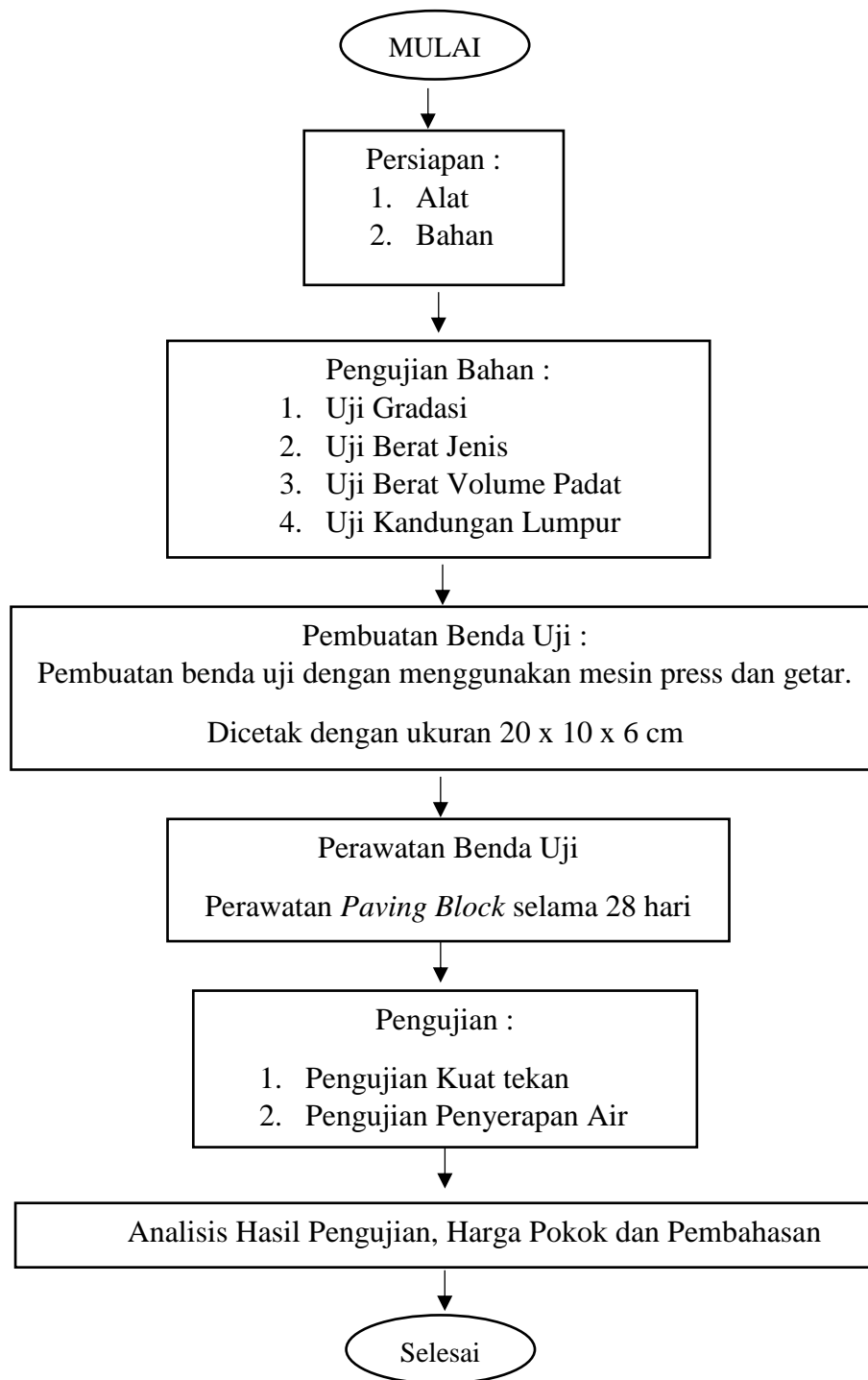
Dalam penelitian ini penulis akan mewawancarai pengusaha *paving block* sebagai data untuk menghitung harga pokok produksi.

3. Survei

Untuk membandingkan harga *paving block* yang ada di pasaran dengan *paving block* dengan bahan pengganti limbah media tumbuh jamur maka perlu dilakukan survei langsung ke pabrik atau penjual *paving block* yang berada di sekitar Kota Yogyakarta.

4.5 BAGAN ALIR PENELITIAN

Dari uraian diatas dapat dibuat bagan alir (*flow chart*). Berikut adalah *flow chart* pelaksanaan penelitian pembuatan *paving block* dengan limbah media tumbuh jamur yang dimulai dari persiapan alat dan bahan, pengujian, sampai dengan kesimpulan dari penelitian.



Gambar 4.2 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 TINJAUAN UMUM

Pada bab ini akan menjelaskan hasil penelitian yang dilakukan selanjutnya, dimulai dari pemeriksaan bahan, pengujian sampel hingga pembahasan. Selanjutnya hasil pengujian sampel dianalisis mengenai besarnya kuat tekan, penyerapan air, dan harga pokok produksi. Pengujian dilakukan dengan variasi campuran untuk bahan material penggantian semen pada *paving block* dengan perbandingan sesuai dengan Tabel 5.8 Komposisi Campuran pada *Paving Block*.

5.2 PENGUJIAN KARAKTERISTIK BAHAN

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini yaitu pasir yang lolos saringan 4,80 mm dan bahan pengganti semen limbah media tumbuh jamur yang lolos saringan 0,300 mm. Dalam pengujian karakteristik bahan yang dilakukan meliputi pengujian air, pengujian semen, pengujian berat jenis, pengujian kandungan lumpur, pengujian berat isi padat dan gembur, dan pengujian analisa saringan agregat halus. Khusus untuk limbah media tumbuh jamur dilakukan proses mineralisasi dengan cara direndam dalam larutan kapur selama kurang lebih 24 jam dan pengujian berat isi gembur.

5.2.1 Pengujian Air

Pengujian terhadap air dilakukan dengan pengamatan secara visual. Air yang digunakan terlihat tidak berwarna (jernih) dan tidak berbau.

5.2.2 Pengujian Semen

a. Keadaan Kemasan Semen

Pengujian secara visual mengenai keadaan kemasan semen yang digunakan terlihat masih baik, tidak ada cacat pada kemasan (robeknya kemasan), keadaan kemasan kering, serta keadaan semen dalam kemasan masih gembur (tidak memadat, dilakukan dengan cara memijat semen dalam kemasan).

b. Keadaan Butiran Semen

Pengujian keadaan butiran semen dilakukan dengan membuka kantong semen kemudian dilihat secara visual mengenai keadaan butiran semen. Dari hasil pengamatan terlihat semen yang digunakan masih dalam keadaan baik (tidak ada butiran yang mengumpal).

5.2.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Dalam penelitian ini digunakan pasir lolos saringan 4,80 mm yang berfungsi sebagai agregat dalam pembuatan *paving block*. Pasir yang digunakan diperoleh dari sungai Gendol Merapi. Hasil pemeriksaan ini disajikan pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir Halus

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
1.	Berat Pasir Kering Mutlak (gram)	448,6	451,8	450,2
2.	Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD) (gram)	500	500	500
3.	Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air (gram)	1029,5	1000,7	1015,1
4.	Berat Piknometer Berisi Air (gram)	733,2	703,5	718,35
5.	Berat Jenis Curah (gram/cm^3)	2,20226	2,22781	2,215034
6.	Berat Jenis Jenuh Kering Muka (gram/cm^3)	2,45459	2,46548	2,460037
7.	Berat Jenis Semu (gram/cm^3)	2,9455	2,92238	2,933941
8.	Penyerapan Air (%)	11,4579	10,6684	11,06315

Keterangan:

500 = Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

Pada Tabel 5.2 dapat dilihat hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air pada pasir. Berdasarkan pengujian berat jenis diatas didapatkan berat jenis curah rerata sebesar $2,215 \text{ gram/cm}^3$, berat jenis jenuh kering permukaan sebesar $2,46 \text{ gram/cm}^3$, berat jenis semu sebesar $2,934 \text{ gram/cm}^3$. Berdasarkan pengujian penyerapan air pada agregat halus didapatkan persentase penyerapan air sebesar 11,063 %. Dari hasil pengujian berat jenis tersebut, didapatkan angka berat jenis

jenuh kering permukaan 2,46 gram/cm³. Angka tersebut memenuhi persyaratan berat jenis normal agregat halus 2,5 – 2,8.

5.2.4 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir

Pada pengujian ini juga menggunakan pasir lolos saringan 4,8 mm. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir yang akan digunakan dalam pembuatan *paving block*. Kadar lumpur dalam pasir tidak boleh melampaui 5%. Hasil yang diperoleh dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
1.	Berat Pasir Kering Oven (gram)	500	500	500
2.	Berat Pasir Kering Oven Setelah Dicuci (gram)	476,5	477,8	477,15
3.	Persentase Lolos Ayakan No. 200	4,7	4,44	4,57

Dari Tabel 5.2 didapatkan hasil pengujian kandungan lumpur sebesar 4,57%, angka tersebut memenuhi persyaratan persentase kandungan lumpur agregat halus yaitu < 5%.

5.2.5 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Pasir

Pada pengujian ini berguna untuk mengetahui berat volume pasir pada kondisi padat dan gembur. Hasil yang diperoleh dapat dilihat dalam Tabel 5.3 dan 5.4.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Pasir

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
1.	Berat Tabung (gram)	5294	5294	5294
2.	Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (gram)	7970	8090	8030
3.	Berat Agregat (gram)	2676	2796	2736
4.	Volume Tabung (cm ³)	1646,46	1646,46	1646,46
5.	Berat Volume Gembur	1,63	1,70	1,66

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Pasir

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
1.	Berat Tabung (gram)	5294	5294	5294
2.	Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (gram)	8410	8441	8425,5
3.	Berat Agregat (gram)	3116	3147	3131,5
4.	Volume Tabung (cm ³)	1646,46	1646,46	1646,46
5.	Berat Volume Padat	1,89	1,91	1,90

5.2.6 Pengujian Berat Volume Gembur Limbah Media Tumbuh Jamur

Pada pengujian ini berguna untuk mengetahui berat volume gembur limbah media tumbuh jamur. Metode pengujian yang dilakukan pada pengujian ini sama dengan pengujian berat isi gembur pada agregat halus. Hasil yang diperoleh dapat dilihat dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Limbah Media Tumbuh Jamur

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
1.	Berat Tabung (gram)	5299	5299	5299
2.	Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (gram)	5473	5495	5484
3.	Berat Agregat (gram)	174	196	185
4.	Volume Tabung (cm ³)	1646,46	1646,46	1646,46
5.	Berat Volume Gembur	0,11	0,12	0,11

5.2.7 Pengujian Gradasi Pasir atau Modulus Halus Butir Agregat

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gradasi material dari pasir yang digunakan sebagai agregat yang akan digunakan dalam *paving block*. Pengujian ini berguna untuk mengetahui agregat yang digunakan pada daerah (golongan) tertentu. Dari hasil pemeriksaan ini diperoleh data pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Pengujian Gradasi Material Pasir

Nomor Saringan	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (Gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
3/8"	10,00	0,0	0,00	0,00	100,00
4	4,80	2,8	0,14	0,14	99,86
8	2,40	73,7	3,71	3,85	96,15
16	1,20	296,6	14,92	18,76	81,24
30	0,60	452,8	22,77	41,53	58,47
50	0,30	402,2	20,23	61,76	38,24
100	0,15	396,3	19,93	81,69	18,31
	Sisa	364,1	18,31	100,00	0,00
	Jumlah	1988,5	100,00	307,73	

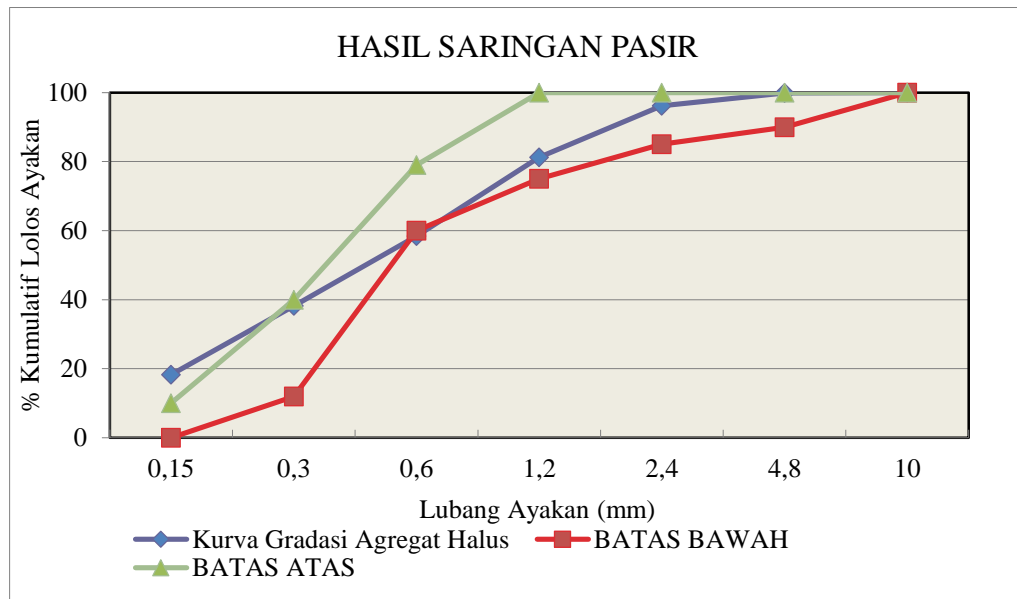
$$MHB = \frac{\text{Berat Tertinggal Komulatif}}{100}$$

$$MHB = \frac{307,73}{100} = 3,08$$

Tabel 5.7 Penggolongan Daerah Gradasi Beserta Hasil Pengujian

Nomor Saringan	Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang lolos Ayakan				Hasil Saringan
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV	
3/8"	10	100	100	100	100	100,00
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100	99,86
8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100	96,15
16	1,2	30-70	55-90	75-100	90-100	81,24
30	0,6	15-34	35-59	60-79	80-100	58,47
50	0,3	5-20.	20-30	12-40.	15-50	38,24
100	0,15	0-10	0-10	0-10	0-15	18,31

Dari hasil di atas dapat digambarkan dalam bentuk grafik gradasi, pada Gambar 5.1 berikut



Gambar 5.1 Gradasi Daerah III Material Pasir Agak Halus

Hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa nilai MHB yang didapat dari pengujian gradasi material agregat halus adalah sebesar 3,08. Angka tersebut menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan cukup baik untuk menghasilkan beton mutu tinggi secara optimal. Hal ini sesuai dengan syarat modulus halus butir yaitu 1,5-3,8.

Gradasi yang dihasilkan dari pengujian gradasi material agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada gradasi III yaitu gradasi dengan jenis pasir agak halus. Jika gradasi agregat halus sesuai dengan persyaratan, maka agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai material pada beton, karena agregat halus tersebut memiliki distribusi ukuran partikel yang baik, sehingga diharapkan dapat saling mengisi pori-pori yang ada.

5.3 PERHITUNGAN KEBUTUHAN CAMPURAN

Berdasarkan pemeriksaan bahan yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia pada benda uji pasir merapi dan limbah media tumbuh jamur mendapatkan hasil sebagai berikut:

Berat volume pasir	: 1,66 gram/cm ³
Berat volumelimbah media tumbuh jamur	: 0,11 gram/cm ³
Berat volume semen	: 2,08 gram/cm ³

Kadar lumpur pasir : 4,57 %

MHB pasir : 3,08

Benda uji dibuat dengan campuran menggunakan perbandingan 1 pc : 6 ps, sedangkan untuk kebutuhan limbah media tumbuh jamur menggunakan perbandingan terhadap berat semen. Perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap benda uji adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 benda uji (paving block)} &= 20 \times 10 \times 6 \text{ cm} &&= 1200 \text{ cm}^3 \\ \text{Faktor pencampuran} &= 1,2 \times 1200 &&= 1440 \text{ cm}^3 \\ \text{Kebutuhan 1 paving block} &= 1440 \times 1,66 &&= 2392,92 \text{ gram} \\ \text{Kebutuhan 8 paving block} &= 8 \times 2392,92 &&= 19143,32 \text{ gram} \\ \text{- Kebutuhan pasir} &= \frac{6}{7} \times 19143,32 &&= 16408,56 \text{ gram} \\ \text{- Kebutuhan semen} &= \frac{1}{7} \times 19143,32 &&= 2734,76 \text{ gram} \end{aligned}$$

Kebutuhan limbah media tumbuh jamur terhadap berat semen

$$\begin{aligned} \text{Untuk: } 2,5\% &= \frac{2,5}{100} \times 2734,76 = 68,37 \text{ gram} \\ 5\% &= \frac{5}{100} \times 2734,76 = 136,74 \text{ gram} \\ 7,5\% &= \frac{7,5}{100} \times 2734,76 = 205,11 \text{ gram} \\ 10\% &= \frac{10}{100} \times 2734,76 = 273,48 \text{ gram} \end{aligned}$$

Tabel 5.8 Komposisi Campuran *Paving Block* dalam Satuan Berat

No	Substitusi Baglog dari Berat Semen	Kebutuhan Semen (gram)	Fas (0,35), gram	Kebutuhan Baglog (gram)	Kebutuhan Pasir (gram)
1	0%	2734,76	957,17	0,00	16408,56
2	2,50%	2666,39	933,24	68,37	16408,56
3	5%	2598,02	909,31	136,74	16408,56
4	7,50%	2529,65	885,38	205,11	16408,56
5	10%	2461,28	861,45	273,48	16408,56

Tabel 5.9 Komposisi Campuran *Paving Block* dalam Satuan Volume

No	Variasi	Kebutuhan Semen	Fas (0,35)	Kebutuhan Baglog	Kebutuhan Pasir
1	0%	1,3	0,35	0	9,9
2	2,50%	1,3	0,35	0,6	9,9
3	5%	1,2	0,35	1,2	9,9
4	7,50%	1,2	0,35	1,9	9,9
5	10%	1,2	0,35	2,5	9,9

Dari hasil pengamatan dilapangan perbandingan volume 1 semen : 7 pasir dapat menghasilkan 50 *paving block*.

Paving Block dibuat dengan cetakan ukuran panjang 20 cm; lebar 10 cm dan tebal 6 cm. Pemilihan ukuran *paving block* berdasarkan ukuran *paving block* yang ada di pasaran. Jumlah benda uji yang dibutuhkan untuk pengujian kuat tekan adalah 4 buah dan penyerapan air adalah 4 buah pada tiap variasi komposisi. Sehingga total benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah 40 buah.

5.4 DATA HASIL PENGUJIAN

Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi (TBK) Universitas Islam Indonesia.

5.4.1 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Pengujian kuat desak *paving block* dilakukan pada waktu *paving block* mencapai umur 28 hari dengan jumlah benda uji 4 buah untuk masing-masing variasi limbah media tumbuh jamur 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen dan 4 buah *paving block* yang ada dipasaran sebagai pembanding. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* memperlihatkan bahwa kuat tekan *paving block* turun pada variasi 2,5%, naik pada variasi 5 % dan kemudian kuat tekan *paving block* pada variasi 7,5%, 10% menurun. Data hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel dan Gambar berikut.

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* di Pasaran

No Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (Kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (Kg/Cm ²)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
PS 1	18.45	8.26	5.97	2.48	2725.84	450	301
PS 2	18.63	8.52	5.82	2.38	2576.33	440	282,57
PS 3	18.1	8.54	5.96	2.36	2561.71	455	300,01
PS 4	18.54	8.58	5.56	2.41	2724.87	475	304,39
Rata – rata						455	297,01

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 0 %

No Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (Kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (Kg/Cm ²)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
PV0.1	18,47	8,42	5,8	2,19	2427,94	550	360,51
PV0.2	18,6	8,37	5,92	2,22	2408,76	540	353,58
PV0.3	18,45	8,43	5,87	2,26	2475,41	545	357,19
PV0.4	18,55	8,44	5,75	2,31	2566,01	560	364,61
Rata – rata						548,75	358,97

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 2,5 %

No Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (Kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (Kg/Cm ²)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
PV2,5.1	18,47	8,53	5,51	2,36	2718,59	440	284,69
PV2,5.2	18,58	8,45	5,61	2,38	2702,16	410	266,20
PV2,5.3	18,46	8,41	5,64	2,36	2695,29	430	282,34
PV2,5.4	18,43	8,51	5,65	2,44	2753,51	420	272,98
Rata – rata						425	276,55

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 5 %

No Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (Kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (Kg/Cm ²)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
PV5.1	18,44	8,45	5,39	2,26	2690,93	550	359,81
PV5.2	18,51	8,46	5,47	2,27	2650,10	580	377,56
PV5.3	18,47	8,4	5,43	2,28	2706,38	575	377,79
PV5.4	18,44	8,4	5,42	2,25	2680,05	560	368,54
Rata – rata						566,25	370,92

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 7,5 %

No Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (Kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (Kg/Cm ²)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
PV7,5.1	18,35	8,42	5,38	2,16	2598,50	410	270,50
PV7,5.2	18,41	8,35	5,47	2,1	2497,42	425	281,83
PV7,5.3	18,34	8,41	5,41	2,19	2624,53	420	277,58
PV7,5.4	18,43	8,46	5,51	2,16	2514,24	410	268,05
Rata – rata						416,25	274,49

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 10 %

No Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (Kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (Kg/Cm ²)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
PV10.1	18,44	8,44	5,33	2,31	2784,72	330	216,14
PV10.2	18,32	8,48	5,36	2,3	2762,11	320	209,97
PV10.3	18,32	8,46	5,38	2,25	2698,39	300	197,31
PV10.4	18,35	8,47	5,21	2,23	2753,90	325	213,15
Rata – rata						418,75	209,15

Sebagai contoh perhitungan diambil hasil pengujian *paving block* pada variasi 5% pada sampel PV5.1.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} \quad (p) &= 18,44 \text{ cm} \\
 \text{Lebar} \quad (l) &= 8,45 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi} \quad (t) &= 5,39 \text{ cm} \\
 \text{Luas} \quad (A) &= p \times l \\
 &= 18,44 \times 8,45 \\
 &= 155,82 \text{ cm}^2 \\
 \text{Beban Maksimum} \quad (P) &= 550 \text{ kN} \\
 &= 56065,24 \text{ kg} \\
 \text{Kuat Tekan} \quad (\sigma'_b) &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{56065,24}{155,82} \\
 &= 359,81 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

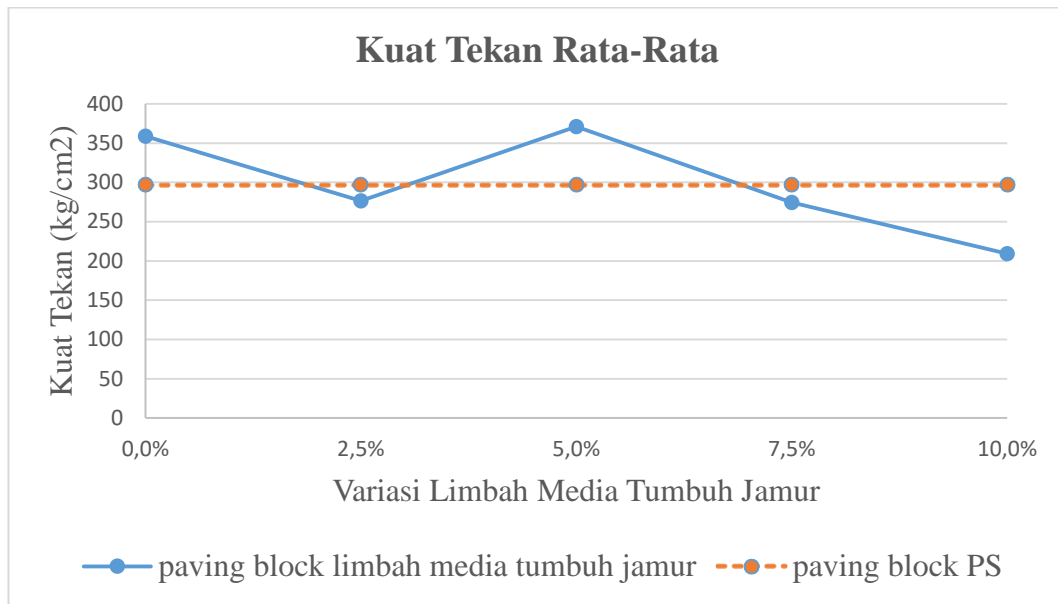
Dari keempat hasil kuat tekan *paving block* pada variasi 5% dijumlahkan kemudian dibagi jumlah benda uji untuk mendapatkan kuat tekan rata-rata pada setiap variasi. Untuk kuat tekan rata-rata dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat desak rata-rata} \quad (\sigma'_{bm}) &= \frac{\sum \sigma'_b}{n} \\
 &= \frac{359,81+377,56+377,79+368,54}{4} \\
 &= 370,92 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Berikut hasil rata-rata dari perhitungan kuat tekan dapat dilihat pada tabel 5.15 dan grafik kuat desak dapat dilihat pada gambar 5.2:

Tabel 5.16 Kuat Desak Rata-rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block*

No	Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)	Mutu Paving Block (SNI-03-0691-1996)	Keterangan (SNI-03-0691-1996)
1	0%	358,97	A	Jalan
2	2.5%	276,55	B	Pelataran Parkir
3	5.0%	370,92	A	Jalan
4	7.5%	274,49	B	Pelataran Parkir
5	10.0%	209,15	B	Pelataran Parkir



Gambar 5.2 Grafik Kuat Tekan Rata-rata *Paving Block*

Pembahasan :

Limbah media tumbuh jamur yang digunakan sebagai bahan pengganti semen dalam campuran dapat meningkatkan nilai kuat tekan *paving block*. Kuat tekan optimum terjadi pada variasi limbah media tumbuh jamur sebesar 5%, dan kemudian mengalami penurunan dengan penambahan variasi limbah media tumbuh jamur.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka alternative limbah media tumbuh jamur sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan *paving block* dapat memberikan peningkatan yang cukup baik pada nilai kuat tekan *paving block*. *Paving block* dengan penggantian sebagian semen dengan limbah media tumbuh jamur mampu bersaing dengan *paving block* yang berada dipasaran pada kondisi tertentu yaitu pada variasi limbah media tumbuh jamur sebesar 5% karena memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik dari hasil kuat tekan *paving block* SNI, hal ini dikarenakan kebutuhan komposisi pada variasi 5 % adalah yang paling tepat, sehingga pada variasi 5 % kuat tekannta optimum. Dan menurut SNI 03 – 0961 – 1996 *paving block* tipe *holand* dengan ketebalan 6 cm yang dihasilkan tergolong kedalam *paving block* dengan mutu A pada variasi 0%, 5% untuk jalan dan *paving block* mutu B pada variasi 2,5%, 7,5%, dan 10% untuk pelataran parkir.

5.4.2 Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air benda uji *paving block* dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 4 buah untuk masing-masing variasi penggantian semen sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen dan 4 buah *paving block* yang ada di pasaran sebagai pembandingan. Dari hasil pengujian daya serap air pada *paving block* didapatkan daya serap air masing-masing benda uji. Dari keempat sampel tersebut diambil nilai daya serap air rata-ratanya untuk setiap variasi penggantian semen dengan limbah media tumbuh jamur. Sebagai contoh perhitungan diambil perhitungan daya serap air variasi penggantian semen dengan limbah media tumbuh jamur pada sampel PV5.1.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat basah (Wb)} &= 2.254 \text{ kg} \\
 \text{Berat kering (Wk)} &= 2.123 \text{ kg} \\
 \text{Serapan air (\%)} &= \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\% \\
 &= \frac{2.254 - 2.123}{2.123} \times 100\% \\
 &= 6.171 \%
 \end{aligned}$$

Untuk nilai daya serap air rata-rata variasi penggantian semen dengan limbah media tumbuh jamur 5% adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Serapan air rata-rata} &= \frac{\sum \text{Serapan air}}{n} \\
 &= \frac{6.171 + 5.397 + 6.994 + 6.982}{4} \\
 &= 6.995 \%
 \end{aligned}$$

Dari setiap variasi penggantian semen didapatkan daya serap air rata-ratanya yang akan digunakan sebagai acuan dan perbandingan terhadap daya serap air variasi penggantian semen satu dengan yang lain. Hasil daya serap air rata-rata *paving block* masing-masing variasi dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* SNI di Pasaran

No Benda Uji	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Serapan Air (%)	Rata-Rata
PS 1	2,332	2,164	7,763	7.849
PS 2	2,254	2,078	8,470	
PS 3	2,309	2,129	8,455	
PS 4	2,481	2,325	6,710	

Tabel 5.18 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* 0%

No Benda Uji	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Serapan Air (%)	Rata-Rata
PV0.1	2,295	2,178	5,372	5.513
PV0.2	2,263	2,143	5,600	
PV0.3	2,276	2,153	5,713	
PV0.4	2,258	2,143	5,366	

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* 2,5%

No Benda Uji	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Serapan Air (%)	Rata-Rata
PV2,5.1	2,322	2,184	6,319	5,706
PV2,5.2	2,27	2,160	5,093	
PV2,5.3	2,269	2,132	6,426	
PV2,5.4	2,273	2,165	4,988	

Tabel 5.20 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* 5%

No Benda Uji	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Serapan Air (%)	Rata-Rata
PV5.1	2,254	2,123	6,171	6,386
PV5.2	2,285	2,168	5,397	
PV5.3	2,264	2,116	6,994	
PV5.4	2,283	2,134	6,982	

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* 7,5%

No Benda Uji	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Serapan Air (%)	Rata-Rata
PV7,5.1	2,256	2,108	7,021	7.230
PV7,5.2	2,234	2,080	7,404	
PV7,5.3	2,155	2,005	7,481	
PV7,5.4	2,243	2,096	7,013	

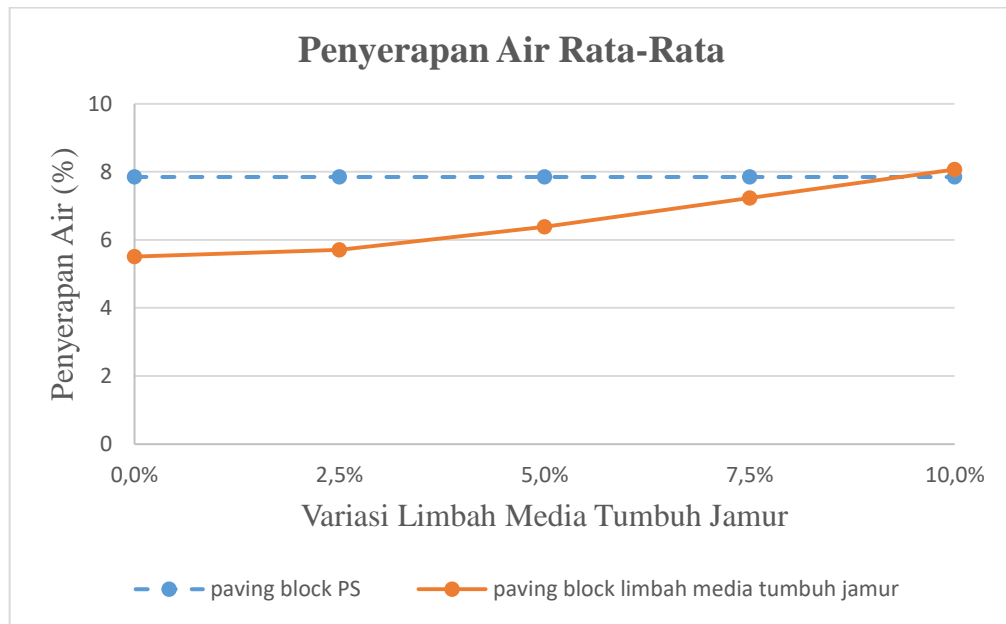
Tabel 5.22 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* 10%

No Benda Uji	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Serapan Air (%)	Rata-Rata
PV10.1	2,311	2,135	8,244	8.066
PV10.2	2,314	2,130	8,638	
PV10.3	2,282	2,112	8,049	
PV10.4	2,327	2,168	7,334	

Tabel 5.23 Daya Serap Air Rata-rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block*

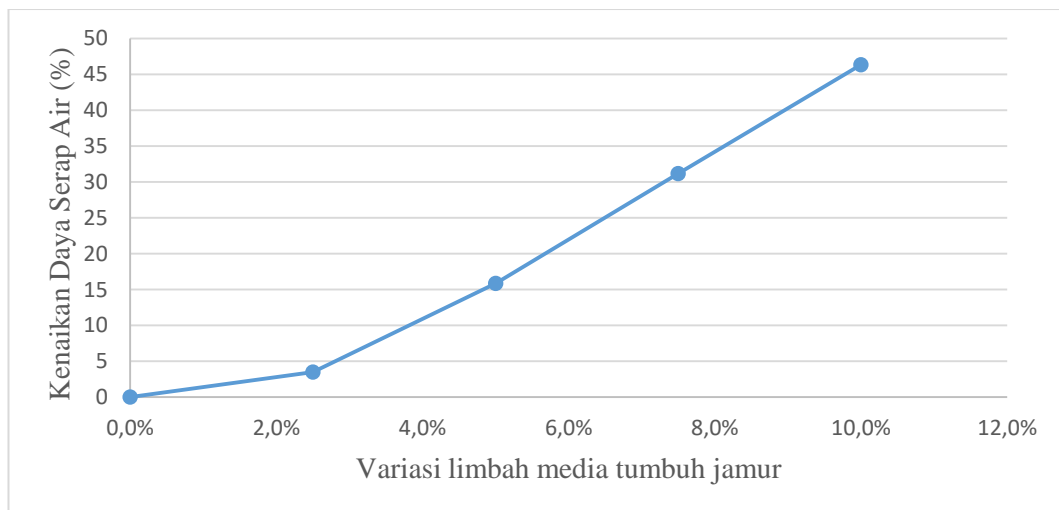
No	Variasi	Penyerapan Air (%)	Mutu Paving Block (SNI-03-0691-1996)
1	0.0%	5.513	B
2	2.5%	5,706	B
3	5.0%	6,386	C
4	7.5%	8,066	C
5	10.0%	8.394	D

Grafik hasil pengujian daya serap air rata-rata pada masing-masing variasi limbah media tumbuh jamur dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Grafik Daya Serap Air Rata-rata

Jika kenaikan daya serap air dibandingkan dengan nilai daya serap air *paving block* normal (tanpa variasi limbah media tumbuh jamur) maka didapatkan persentase kenaikannya sebagai berikut.



Gambar 5.4 Grafik Persentase Kenaikan Serapan Air

Pembahasan :

Dari tabel hasil pengujian penyerapan air (porositas) diketahui bahwa *paving block* SNI di pasaran memiliki persentase penyerapan air kurang dari 10% dan rerata *paving block* limbah media tumbuh jamur memiliki persentase penyerapan air yang terus meningkat sejalan dengan penambahan kadar limbah media tumbuh jamur.

Untuk *paving block* tanpa penggantian limbah media tumbuh jamur memiliki serapan air sebesar 5,513% lebih rendah dari serapan air dengan penambahan 2,5% limbah media tumbuh jamur yang mencapai 5,706%. Serapan air yang lebih tinggi diperoleh dari *paving block* dengan penambahan 5-10% limbah media tumbuh jamur yang mencapai 6,389%, 7,230%, dan 8,066%. Hal ini dikarenakan sifat dari limbah media tumbuh jamur mempunyai daya serap air yang cukup besar.

5.5 PERHITUNGAN HARGA POKOK PRODUKSI

Setelah didapatkan *paving block* limbah media tumbuh jamur yang memiliki kuat tekan dan serapan air sesuai dengan standar SNI-03-0691-1996 maka dapat dilakukan perhitungan analisis kelayakan produksi *paving block* dengan limbah media tumbuh jamur, dengan analisis perhitungan kelayakan ekonomi sebagai berikut.

A. Menghitung biaya alat



Gambar 5.5 Alat Press *Paving Block* dan Alat Mixer

Sumber : Cv. Edi Jaya Teknik

- Alat Utama

1) Harga alat press <i>paving block</i>	= Rp 75.000.000,-
2) Alat <i>Mixer</i>	= Rp 12.000.000,-
3) Total harga alat	= Rp 87.000.000,-
4) Umur alat	= 5 tahun
5) Nilai sisa alat	= Rp 17.400.000,-
6) Jumlah hari kerja	= 300 hari/tahun
7) Penyusutan	= $\frac{87.000,00 - 17.400.000}{5 \times 300}$
	= Rp 46.400,- /hari

- Alat Bantu

1) Ember @10bh	= Rp. 100.000,-
2) Cetok @2bh	= Rp. 20.000,-
3) Sekop kecil @2bh	= Rp. 30.000,-
4) Cangkul @1bh	= Rp. 80.000,-
5) Mesh Stainless No 100 / meter	= Rp. 75.000,-
6) Harga total alat bantu	= Rp 305.000,-
7) Umur alat	= 6 bulan
8) Nilai sisa alat	= 0
9) Jumlah hari kerja	= 6 bulan
10) Penyusutan	= $\frac{305.000 - 0}{150}$
	= Rp. 2.033,-/hari

Total biaya penyusutan alat per hari = Rp 48.433,-

B. Menghitung biaya bangunan

1) Harga bangunan	= Rp 15.000.000,-
2) Umur bangunan	= 5 tahun
3) Nilai sisa bangunan	= -
4) Jumlah hari kerja	= 300 hari/tahun

$$5) \text{ Penyusutan} = \frac{15.000.000 - 0}{5 \times 300}$$

$$= \text{Rp } 10.000,-$$

C. Menghitung biaya perawatan alat

$$1) \text{ Listrik dan air per bulan} = \text{Rp } 250.000,-/\text{bulan (25hari)}$$

$$2) \text{ Listrik dan air perhari} = \frac{25.000}{25} = \text{Rp } 10.000,-$$

D. Menghitung biaya papan dasar



Gambar 5.6 Papan Kayu yang akan digunakan sebagai Papan Dasar

Sumber : Dokumen Pribadi

$$1) \text{ Total pengerasan} = 1 \text{ hari}$$

$$2) \text{ Kebutuhan paving block per hari} = 2400 \text{ paving}$$

$$3) \text{ Kebutuhan papan} = 300 \text{ papan}$$

$$4) \text{ Harga satuan papan} = \text{Rp } 20.000,-$$

$$5) \text{ Harga total papan} = \text{Rp } 6.000.000,-$$

$$6) \text{ Umur papan} = 3 \text{ bulan}$$

$$7) \text{ Nilai sisa} = -$$

$$8) \text{ Jumlah hari kerja per tahun} = 75 \text{ hari}$$

$$9) \text{ Penyusutan papan per hari} = \frac{46000.000 - 0}{75}$$

$$= \text{Rp. } 80.000,- /\text{hari}$$

Dalam setahun memerlukan penggantian papan sebanyak 4 x maka penyusutannya menjadi Rp 320.000,-/ hari

E. Menghitung biaya upah

$$1) \text{ Jumlah perkerja} = 4 \text{ orang}$$

- 2) Penghasilan *paving block* per hari = 300 /papan
 3) Upah pekerja per papan = Rp 1000,-/papan
 4) Upah pekerja per hari = (300 x Rp 1000,-) : 5
 = Rp 75.000,-/orang/hari
 5) Pimpinan = 1
 6) Gaji pimpinan per hari = Rp 80.000,-
 7) Total upah per hari = Rp 380.000,-/hari

F. Menghitung biaya material

Pada Tabel 5.8 Komposisi Campuran *Paving Block* dalam Satuan Berat pada variasi 5 % diketahui komposisi campuran untuk 8 *paving block* dengan kebutuhan semen 2598,02 gram, kebutuhan limbah media tumbuh jamur 136,74 gram, dan kebutuhan pasir 16408,56 gram. Untuk kebutuhan 1 *paving block* maka $(2598,02 + 136,74 + 16408,56) / 8 = 2392,92$ gram atau 2,4 Liter dan untuk kebutuhan masing-masing material untuk 1 *paving block*,

semen = $2598,02 / 8 = 324,75$ gram
 Limbah Jamur = $136,74 / 8 = 17,092$ gram
 Pasir = $16408,56 / 8 = 2051,07$ gram

- 1) Kebutuhan material pada 1 *paving block* variasi 5 % limbah media tumbuh jamur

$$1 \text{ PC} : 6 \text{ PS} : 5 \% \text{ LJ} = 2,4 \text{ Liter}$$

$$\text{Kebutuhan material 1 } \textit{paving block} = 0,0024 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan material 2400 } \textit{paving block} = 5,76 \text{ m}^3$$

$$2) \text{ Kebutuhan pasir (PS) perhari} = \frac{\textit{beratpasir}}{(1 + 6 + 5\%)\textit{berat}} \times 5,76 \text{ m}^3$$

$$= \frac{0,0021}{0,0024} \times 5,76 \text{ m}^3$$

$$= 5,04 \text{ m}^3$$

$$\text{Harga pasir per m}^3 = \text{Rp } 120.000,-$$

$$\text{Biaya pasir perhari} = \text{Rp } 604.800,-$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kebutuhan semen (PC) perhari} &= \frac{\text{beratsemen}}{(1 + 6 + 5\%)\text{berat}} \times 5,76\text{m}^3 \\
 &= \frac{0,00032}{0,0024} \times 5,76\text{m}^3 \\
 &= 0,77 \text{ m}^3 \\
 &= 770 \text{ kg} = 20 \text{ sak} \\
 \text{Harga semen per 1 sak} &= \text{Rp } 38.000,- \\
 \text{Biaya semen perhari} &= \text{Rp } 760.000,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Pengadaan Limbah Media Tumbuh Jamur} \\
 \text{Biaya beli limbah} &= \text{Rp } 0,- \\
 \text{Biaya angkut 400 kg limbah media tumbuh jamur} &= \text{Rp } 150.000,- \\
 \text{Biaya pengayakan dan proses meniralisasi} &= \text{Rp } 75.000,- \\
 \text{Harga limbah media jamur per kg} &= (150.000 + 75.000) / 400 \\
 &= \text{Rp } 562,5,- / \text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Kebutuhan limbah media tumbuh jamur (LJ) perhari} \\
 &= \frac{\text{beratLimbahJamur}}{(1 + 6 + 5\%)\text{berat}} \times 5,76\text{m}^3 \\
 &= \frac{1,71 \times 10^{-5}}{0,0024} \times 5,76\text{m}^3 \\
 &= 0,041 \text{ m}^3 \\
 &= 41 \text{ kg} \\
 \text{Harga limbah media jamur per kg} &= \text{Rp } 562,5,- \\
 \text{Biaya limbah media jamur per hari} &= \text{Rp } 22960,- \\
 6) \text{ Total biaya material perhari} &= \text{Rp } 1.387.760,-
 \end{aligned}$$

G. Biaya makan minum

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Makan minum per satu pekerja} &= \text{Rp } 15.000,- \\
 2) \text{ Total personil} &= 5 \text{ orang} \\
 3) \text{ Total biaya konsumsi} &= 5 \times \text{Rp } 15.000 = \text{Rp } 75.000,- / \text{hari}
 \end{aligned}$$

H. Biaya THR

1) Uang per tahun	= Rp 250.000/tahun
2) Jumlah pekerja	= 4 orang
3) Jumlah pemimpin	= 1 orang
4) Uang per hari	= Rp 4.167,- /hari
5) Barang per tahun	= Rp 150.000/tahun
6) Barang per hari	= Rp 2.500,-/hari
7) Total biaya THR	= Rp 6.6667,- /hari

I. Rekapitulasi total biaya pengeluaran per hari

Biaya mesin dan alat	= Rp 48.433,-
Biaya bangunan	= Rp 10.000,-
Biaya operasional dan perawatan	= Rp 10.000,-
Biaya papan	= Rp. 80.000,-
Biaya tenaga kerja	= Rp 380.000,-
Biaya material	= Rp 1.387.760,-
Biaya konsumsi	= Rp 75.000,-
Biaya tunjangan hari raya	= Rp 6.667,-
Total biaya pengeluaran per hari	= Rp 2.079.893,-/hari

J. Menghitung harga pokok produksi lapangan

1) Produksi <i>paving block</i> per hari	= 2400 paving/hari
2) Total biaya pengeluaran	= Rp 2.079.893,-/hari
HPP Lapangan	= $\frac{2.079.893}{2400}$
	= Rp 866,62,-
20% Margin perusahaan	= Rp 173,32,-
PPN 10%	= Rp 86,66,-
Harga dasar <i>paving</i>	= Rp 1.126,61,-
Biaya kirim per <i>paving</i>	= Rp 200,-
Harga pokok total	= Rp 1.326,61,-/buah

K. Menghitung penghasilan produksi per hari

- 1) Produksi *paving block* per hari = 2400 paving/hari
- 2) Harga jual *paving block* = Rp 1400,-/buah
- Total Pemasukan = 2400 x Rp 1400
= Rp 3.360.000,-/hari

L. Menghitung keuntungan per *paving block*

- 1) Persentase keuntungan per buah = $\frac{1400 - 1.326,61}{1400} \times 100\%$
= 5,24 %
- 2) Keuntungan per hari
Total pemasukan – (harga pokok x 2400)
= Rp 3.360.000 – Rp 3.183.861,3 = Rp 176.138,-/hari
- 3) Keuntungan per bulan
Jumlah hari kerja = 25 hari/bln
Keuntungan 1 bulan = 25 x Rp 176.138
= Rp 4.403.467,-/bulan
- 4) Keuntungan per tahun
Jumlah hari kerja = 300 hari/tahun
Keuntungan 1 tahun = 300 x Rp 176.138
= Rp 52.841.600,-/tahun

Pembahasan

Depresiasi adalah penurunan dalam nilai fisik properti seiring dengan waktu dan penggunaannya. Depresiasi nilai sisa papan dasar karena nilainya sangat kecil maka tidak diperhitungkan.

Bila harga produksi per hari membutuhkan biaya pengeluaran sebesar Rp 2.079.893,-/hari dengan produksi *paving block* per hari adalah 2400 buah maka harga pokok produksi adalah sebesar Rp 866,62,-per buah. ongkos kirim ke konsumen sebesar Rp 200,- per buah dengan radius 5 km dan mempunyai margin keuntungan 20% dan dikenakan Pajak Pertambahan Nilai (PPn) sebesar 10% sehingga harga pokok produksi total adalah Rp 1.326,61,-/buah.

Sehingga diperoleh hasil analisis bahwa usaha produksi pembuatan *paving block* dengan limbah media tumbuh jamur ini menguntungkan bagi para pengusahanya, karena memiliki keuntungan bersih sebesar Rp 176.138,-/hari dengan harga pokok produksi sebesar Rp 1.326,61,-/buah. Dan apabila dijual dengan harga seperti dipasaran sebesar Rp 1.400,- / buah maka diperoleh keuntungan sebesar 5,24 % dari penjualan. Untuk keuntungan per bulan dan tahunnya sebesar Rp 4.403.467,-/bulan dan Rp 52.841.600,-/tahun. Harga tersebut sudah termasuk PPN 10%. Harga ini dianggap dan diyakini bahwa *paving block* dengan limbah media tumbuh jamur dapat bersaing dengan harga dipasaran.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Dari hasil penelitian Potensi Ekonomi Limbah Media Tumbuh Jamur Untuk Bahan Pengganti Material Konstruksi dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ada pengaruh penggantian semen dengan limbah media tumbuh jamur terhadap kuat tekan *paving block*. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan kuat tekan *paving block* dengan variasi 2,5%, 7,5%, 10% dan optimum pada variasi 5 %, kuat tekan *paving block* yang dihasilkan dengan penggantian semen 0 %, 2,5 %, 5 %, 7,5 %, dan 10 % berturut turut yaitu 358,97 kg/cm², 276,55 kg/cm², 370,97 kg/cm², 274,49 kg/cm², 209,15 kg/cm². *Paving block* dengan variasi 5 % limbah media tumbuh jamur dari berat semen dengan komposisi campuran semen 1 (Pc + BG) : 6 pasir memiliki kuat tekan paling tinggi yaitu 370,97 kg/cm² atau 36,39 Mpa. Hal ini sesuai dengan Standar SNI-03-0691-1996 kategori *paving block* mutu A dengan kegunaan sebagai jalan.
2. Daya serap air pada *paving block* mengalami peningkatan setiap penggantian semen dengan limbah media tumbuh jamur dibandingkan dengan *paving block* normal (tanpa penggantian limbah media tumbuh jamur). Semakin besar penggantian variasi limbah media tumbuh jamur semakin meningkat juga kadar daya serap air dari *paving block*. Hasil penelitian daya serap air *paving block* limbah media tumbuh jamur berturut-turut yaitu sebesar 5,513%, 5,706%, 6,386%, 7,230%, dan 8,066%.
3. Perhitungan harga produksi *paving block* limbah media tumbuh jamur memiliki harga pokok total sebesar Rp. 1.326,61 per buah, sehingga bila *paving block* dijual dengan harga seperti yang ada dipasaran sebesar Rp. 1.400,- per buah maka *paving block* limbah jamur lebih murah dibandingkan dengan *paving block* di pasaran dan mempunyai keuntungan sebesar 5,24% per buah.

6.2 SARAN

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi ekonomi limbah media tumbuh jamur untuk pengganti material konstruksi semen pada pembuatan *paving block* kepada produsen jamur, penduduk sekitar produsen jamur dan para peneliti bahan bangunan. Saran-saran yang dapat peneliti sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Melihat kandungan kimia limbah media tumbuh jamur yang sebagian besar terdiri dari selulosa, dimana menuntut pengolahan terlebih dahulu serta mempunyai sifat higroskopis atau mudah menyerap air maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan limbah media tumbuh jamur ditinjau dari waktu pemeliharaan.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan limbah media tumbuh jamur pada pembuatan *paving block*. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah pengujian ketahanan aus *paving block* dan pengujian ketahanan terhadap *natrium sulfat* sesuai dengan SNI 03-0691-1996,
3. Melihat hasil penelitian ini diharapkan ada tindak lanjut pemakaian limbah media tumbuh jamur, tidak hanya sebatas sebagai limbah yang dibuang begitu saja dan tidak terpakai lagi. Tetapi memiliki manfaat yang lebih dalam pembuatan *paving block*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisura, Ibnu Archibald., (2015),” *Pemanfaatan Limbah Media Tumbuh Jamur (Baglog) dari Budidaya Jamur Tiram Sebagai Adsorben Penyerap Logam (Cu) dalam Air*, Tugas Akhir Teknik Lingkungan.
- Aji, Dian P., (2010), “*Pengaruh Penggantian Sebagian Semen 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan Bubuk Kantong Semen Serta Perbedaan Cara Perawatan Terhadap Kuat Desak Paving Block*”, Tugas Akhir Teknik Sipil.
- Firmansyah, Dedy., (2012), “*Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan Paving dengan Semen Jenis Pcc*”, Jurnal Teknik Sipil.
- Ida, Nurmawati., (2006), “*Pemanfaatan Limbah Industri Penggajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Paving Block*”, Jurnal Teknik Sipil.
- Mulyadi. (2007). *Akuntansi Biaya Harga Pokok Produksi*. Yayasan Keluarga Pahlawan Negara. Yogyakarta.
- Mulyono, Tri., (2005), “*Teknologi Beton*”, Yogyakarta: Andi Offset.
- Setyo Nugroho, Adimas., (2012), “*Pemanfaatan Limbah Abu Ampas Tebu Pg. Madukismo Sebagai Bahan Substitusi Semen dan Pengisi (Filler) Terhadap Karakteristik Paving Block*”, Jurnal Teknik Sipil.
- Standar Nasional Indonesia. 1996. “*Bata beton (paving block)*”, SNI 03-0691-1996. Jakarta : Dewan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung* . SNI 03-2847-2002. Jakarta : Badan Standar Nasional Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. “*Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air agregat halus*”, SNI 1970-2008, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2015. “*Semen Portland*”, SNI 2049-2015, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Tjokrodimulyo, Kardiyono., (1992), "*Teknologi Beton*". Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.

Triyono., (2010), "*Paving Block dengan Bahan Tambah Limbah Tempurung Kelapa Sawit*", Jurnal Teknik Sipil.

Widari, Fasdarsyah, Debrina., (2012), "*Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada Paving Block*", Jurnal Teknik Sipil.