

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH ABU BATU TERHADAP UJI KUAT  
TEKAN DAN DAYA SERAP AIR PADA *PAVING BLOCK***

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh :**

**Satria Bayu Utama  
NIM : 30201900194**

**Viky Bagus Nugrahanto  
NIM : 30201900210**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA PENGARUH ABU BATU TERHAPAT UJI KUAT  
TEKAN DAN DAYA SERAP AIR PADA *PAVING BLOCK***



**Satria Bayu Utama**  
NIM : 30201900194



**Viky Bagus Nugrahanto**  
NIM : 30201900210

Telah disetujui dan disahkan di Semarang 3 Agustus 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D**

NIDN : 0605016802

2. **Ir. Gata Dian Asfari, MT**

NIDN : 0628055801

3. **Juny Andry Sulisty., ST., MT**

NIDN : 0611118903

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

**Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**

NIDN: 0625059102

## BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 28 / A.2 / SA – T / III / 2023

Pada hari ini tanggal 3 Agustus 2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D.  
Jabatan Akademik : Dekan Fakultas Teknik  
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ir. Gata Dian Asfari, MT  
Jabatan Akademik : Dosen Fakultas Teknik  
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Satria Bayu Utama  
NIM : 30201900194

Viky Bagus Nugrahanto  
NIM : 30201900210

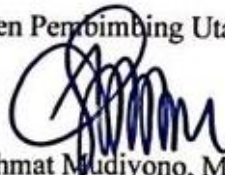
Judul : ANALISA PENGARUH ABU BATU TERHADAP UJI KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR PADA *PAVING BLOCK*

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	13/03/2023	
2	Seminar Proposal	16/05/2023	ACC
3	Pengumpulan data	10/07/2023	
4	Analisis data	11/07/2023	
5	Penyusunan laporan	12/07/2023	
6	Selesai laporan	02/08/2023	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama



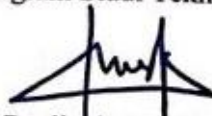
Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing Pendamping



Ir. Gata Dian Asfari, MT

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Satria Bayu Utama

NIM : 30201900194

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“Analisa Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*”

Benar bebas plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 3 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Satria Bayu Utama

NIM : 30201900194



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Viky Bagus Nugrahanto

NIM : 30201900210

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“Analisa Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*”

Benar bebas plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 3 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Viky Bagus Nugrahanto

NIM : 30201900210



## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Satria Bayu Utama

NIM : 30201900194

JUDUL TUGAS AKHIR : Analisa Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 3 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Satria Bayu Utama

NIM : 30201900194

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Viky Bagus Nugrahanto  
NIM : 30201900210  
JUDUL TUGAS AKHIR : Analisa Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 3 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,


Viky Bagus Nugrahanto

NIM : 30201900210

## MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ ءَاَمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِّنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik” (QS. Ali ‘Imran ayat 110)

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

"Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga." (HR Muslim , no. 2699)

مَنْ تَعَلَّمَ عِلْمًا مِّمَّا يُبْتَغَى بِهِ وَجْهُ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ لَا يَتَعَلَّمُهُ إِلَّا لِيُصِيبَ بِهِ عَرَضًا مِنَ الدُّنْيَا لَمْ يَجِدْ عَرَفَ الْجَنَّةَ يَوْمَ الْقِيَامَةِ

"Barangsiapa yang mempelajari ilmu yang dengannya dapat memperoleh keridhoan Allah SWT, (tetapi) ia tidak mempelajarinya kecuali untuk mendapatkan kesenangan duniawi, maka ia tidak akan mendapatkan harumnya surga di hari kiamat nanti." (HR Abu Daud)

مَنْ خَرَجَ فِي طَلَبِ الْعِلْمِ فَهُوَ فِي سَبِيلِ اللَّهِ حَتَّى يَرْجِعَ

"Barang siapa keluar dalam rangka menuntut ilmu, maka dia berada di jalan Allah sampai ia kembali." (HR Tirmidzi)

تَعَلَّمُوا وَعَلِّمُوا وَتَوَاضَعُوا لِمُعَلِّمِكُمْ وَلْيَلِوْا لِمُعَلِّمِكُمْ

“Belajarlah kamu semua, dan mengajarlah kamu semua, dan hormatilah guru-gurumu, serta berlaku baiklah terhadap orang yang mengajarkanmu.” (HR Thabrani)



## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan alam semesta yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rizekinya sehingga atas izin dan karunianya tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak saya Kastono dan Ibu saya Zahril Hammy S.E, yang telah memberikan semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran, do'a dan segalanya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D. dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
5. Adik – Adik saya Maharani Mega Utami dan Mahendra Surya Utama yang telah memberi dukungan dan mendoakan saya.
6. Saya sangat berterima kasih kepada Intania Kharisma Putri yang selalu menemani, mendo'akan, memberikan cinta, kasih sayang, bantuan, perhatian, dukungan, semangat, dan hal – hal lainnya yang tidak dapat di sebutkan satu per satu.
7. Sahabat sekaligus partner laporan tugas akhir saya Viky Bagus Nugrahanto, terimakasih atas waktu dan semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teruntuk sahabat saya “ KOSAN NARILLA” Ripan, Tomy, Vinno, Nabil, Bima, Ricky, Afif, Zahra terima kasih atas doa, dukungan, dan segala bantuannya.

Satria Bayu Utama

NIM : 30201900194

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan alam semesta yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak saya Naruh dan Ibu saya Ida Nursanti, atas semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran dan do'a.
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D. dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
4. Adek saya Vika Putri Cheza Nugrahanti dan keluarga saya yang telah mensupport saya.
5. Sahabat sekaligus partner laporan tugas akhir saya Satria Bayu Utama, terimakasih sudah mau bertahan sampai sejauh ini dan juga terimakasih atas waktu serta semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Untuk seluruh anggota kontrakan "BARAK TEMPUR" terimakasih atas bantuan serta perhatiannya untuk selama ini, semoga sama-sama dilancarkan sampai akhir perjuangan.
7. Teruntuk pemilik NIM G2B019069 yang telah membersamai pada proses pengerjaan skripsi. Terimakasih telah menjadi bagian perjalanan saya hingga saat ini.

Viky Bagus Nugrahanto

NIM : 30201900210

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tentang “Analisa Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*”, guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik Sipil di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu:

1. Bapak M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya, semoga tugas akhir ini bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembacanya.

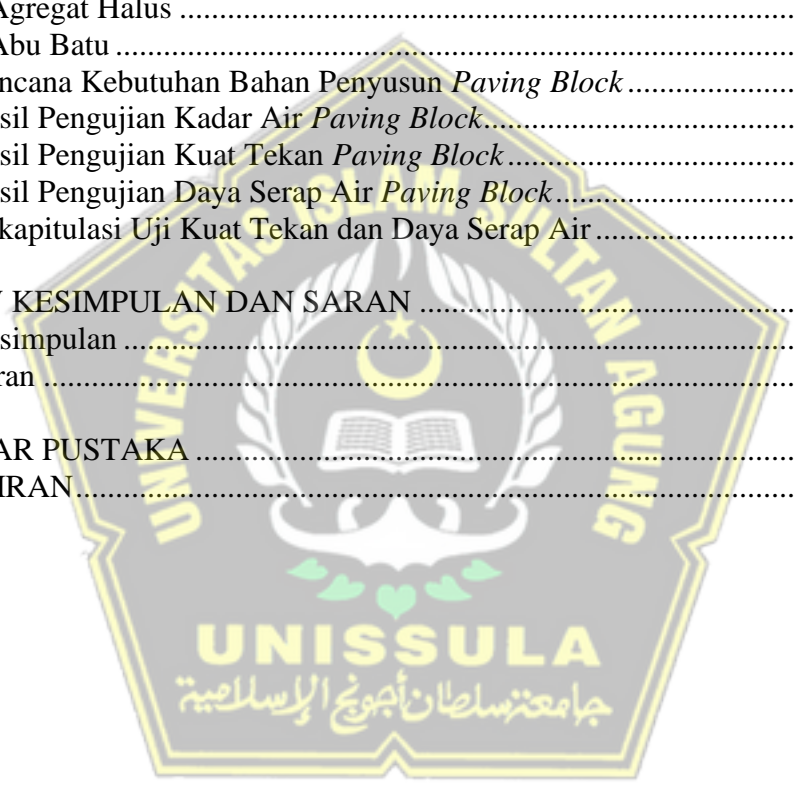
Semarang, 3 Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

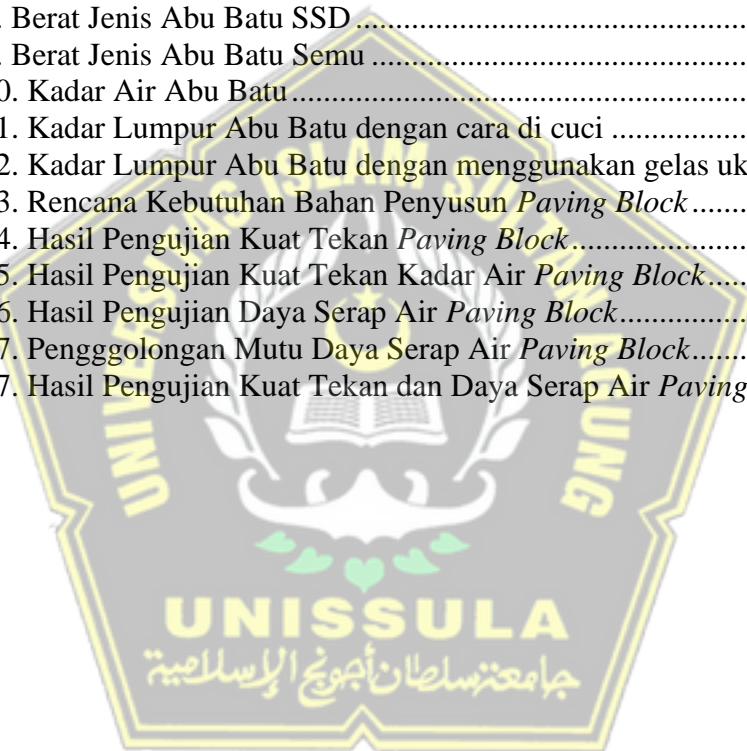
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN .....	vi
MOTTO .....	viii
PERSEMBAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. <i>Paving Block</i> .....	5
2.1.1. Kelebihan dan Kekurangan <i>Paving Block</i> .....	5
2.1.2. Syarat Mutu Bata Beton ( <i>Paving Block</i> ) .....	6
2.1.3. Daya Serap Air <i>Paving Block</i> .....	6
2.1.4. Bahan Pembuatan <i>Paving Block</i> .....	7
2.1.5. Berdasarkan Cara Pembuatannya .....	8
2.1.6. Bentuk <i>Paving Block</i> .....	9
2.1.7. Pola Penyusunan <i>Paving Block</i> .....	11
2.2. Abu Batu .....	12
2.2.1. Sifat – sifat Abu Batu .....	12
2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Abu Batu .....	13
2.3. Rumus Perhitungan .....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	14
3.1. Umum .....	14
3.1.1. Bahan Penelitian .....	14
3.1.2. Peralatan Penelitian .....	16
3.2. Tahap Penelitian .....	21
3.2.1. Tahap I Mempersiapkan Alat dan Bahan .....	21
3.2.2. Tahap II Pemeriksaan Bahan dan Pengujian Kadar Air .....	22
3.2.3. Tahap III Perencanaan Campuran dan Pembuatan Benda Uji .....	22
3.2.4. Tahap IV Pengujian Benda Uji .....	22
3.2.5. Tahap V Analisis dan Pembahasan .....	22

3.3. Pelaksanaan Penelitian .....	22
3.3.1. Persiapan .....	23
3.3.2. Pengecekan Kadar Air .....	27
3.3.3. Perencanaan <i>mix design</i> .....	27
3.3.4. Pembuatan Benda Uji .....	28
3.3.5. Perawatan Benda Uji.....	30
3.3.6. Pemotongan Benda Uji .....	30
3.3.7. Pengujian Benda Uji .....	31
3.4. Bagan Alir Penelitian.....	33
BAB IV ANALISIS DAN HASIL .....	35
4.1. Umum .....	35
4.2. Hasil Pengujian Material.....	35
4.2.1. Agregat Halus .....	35
4.2.2. Abu Batu .....	37
4.3. Rencana Kebutuhan Bahan Penyusun <i>Paving Block</i> .....	39
4.4. Hasil Pengujian Kadar Air <i>Paving Block</i> .....	39
4.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	44
4.6. Hasil Pengujian Daya Serap Air <i>Paving Block</i> .....	47
4.7. Rekapitulasi Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	50
5.1. Kesimpulan .....	50
5.2. Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN.....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat – sifat Fisik Bata Beton ( <i>Paving Block</i> ) .....	6
Tabel 2.2. Jenis dan Penggunaan Semen <i>Portland</i> .....	7
Tabel 3.1. Jumlah Sampel Benda Uji.....	14
Tabel 3.2. Ukuran Benda Uji .....	14
Tabel 4.1. Berat Jenis Pasir Curah Kering .....	35
Tabel 4.2. Berat Jenis Pasir SSD.....	35
Tabel 4.3. Berat Jenis Pasir Semu.....	36
Tabel 4.4. Kadar Air Agregat Halus .....	36
Tabel 4.5. Kadar Lumpur Pasir dengan cara di cuci.....	36
Tabel 4.6. Kadar Lumpur Pasir dengan menggunakan gelas ukur .....	37
Tabel 4.7. Berat Jenis Abu Batu Curah Kering.....	37
Tabel 4.8. Berat Jenis Abu Batu SSD .....	37
Tabel 4.9. Berat Jenis Abu Batu Semu .....	38
Tabel 4.10. Kadar Air Abu Batu .....	38
Tabel 4.11. Kadar Lumpur Abu Batu dengan cara di cuci .....	38
Tabel 4.12. Kadar Lumpur Abu Batu dengan menggunakan gelas ukur.....	39
Tabel 4.13. Rencana Kebutuhan Bahan Penyusun <i>Paving Block</i> .....	39
Tabel 4.14. Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	44
Tabel 4.15. Hasil Pengujian Kuat Tekan Kadar Air <i>Paving Block</i> .....	46
Tabel 4.16. Hasil Pengujian Daya Serap Air <i>Paving Block</i> .....	47
Tabel 4.17. Penggolongan Mutu Daya Serap Air <i>Paving Block</i> .....	48
Tabel 4.17. Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Daya Serap Air <i>Paving Block</i> .....	48



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Paving Block</i> Persegi Panjang.....	9
Gambar 2.2. <i>Paving Block</i> Persegi .....	10
Gambar 2.3. <i>Paving Block Unipave</i> (Zig – zag ).....	10
Gambar 2.4. <i>Paving Block Thrihex</i> (Tiga Berlin).....	11
Gambar 2.5. <i>Paving Block Hexagon</i> (Segi Enam) .....	11
Gambar 2.6. Pola Penyusunan <i>Paving Block</i> .....	12
Gambar 3.1. Semen <i>Portland</i> .....	15
Gambar 3.2. Agregat Halus .....	15
Gambar 3.3. Abu Batu .....	16
Gambar 3.4. Ayakan Saringan No. 4 .....	17
Gambar 3.5. Timbangan .....	17
Gambar 3.6. Gelas Ukur .....	18
Gambar 3.7. Oven .....	18
Gambar 3.8. Alat Cetak <i>Paving Block</i> Press Manual Sistem Genjot .....	19
Gambar 3.9. Alat Uji Kuat Tekan.....	19
Gambar 3.10. Cetok .....	20
Gambar 3.11. Ember .....	20
Gambar 3.12. Oli.....	20
Gambar 3.13. Cawan.....	21
Gambar 3.14. Penggaris, Bolpoin, Dan Spidol.....	21
Gambar 3.15. Pencampuran Bahan <i>Paving Block</i> .....	28
Gambar 3.16. Adukan <i>Paving Block</i> .....	28
Gambar 3.17. Pembuatan Benda Uji.....	29
Gambar 3.18. Pelepasan Benda Uji .....	29
Gambar 3.19. Perawatan Benda Uji.....	30
Gambar 3.20. Pemotongan Benda Uji .....	31
Gambar 3.21. Hasil Pemotongan Benda Uji.....	31
Gambar 3.22. Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	32
Gambar 3.23. Perendaman Benda Uji.....	33
Gambar 3.24. Pengovenan Benda Uji.....	33
Gambar 3.25. Bagan Alir Penelitian .....	34
Gambar 4.1. Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 100 ml.....	40
Gambar 4.2. Hasil Adukan Kadar Air 100 ml Setelah Di Jatuhkan .....	40
Gambar 4.3. Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 200 m.....	40
Gambar 4.4. Hasil Adukan Kadar Air 200 ml Setelah Di Jatuhkan .....	41
Gambar 4.5. Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 300 ml.....	41
Gambar 4.6. Hasil Adukan Kadar Air 300 ml Setelah Di Jatuhkan .....	42
Gambar 4.7. Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 400 ml.....	42
Gambar 4.8. Hasil Adukan Kadar Air 400 ml Setelah Di Jatuhkan .....	43
Gambar 4.9. Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 500 ml.....	43
Gambar 4.10. Grafik Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	45
Gambar 4.11. Grafik Kuat Tekan Kadar Air <i>Paving Block</i> .....	46
Gambar 4.12. Grafik Daya Serap Air <i>Paving Block</i> .....	48
Gambar 4.13. Grafik Kuat Tekan dan Daya Serap Air <i>Paving Block</i> .....	49

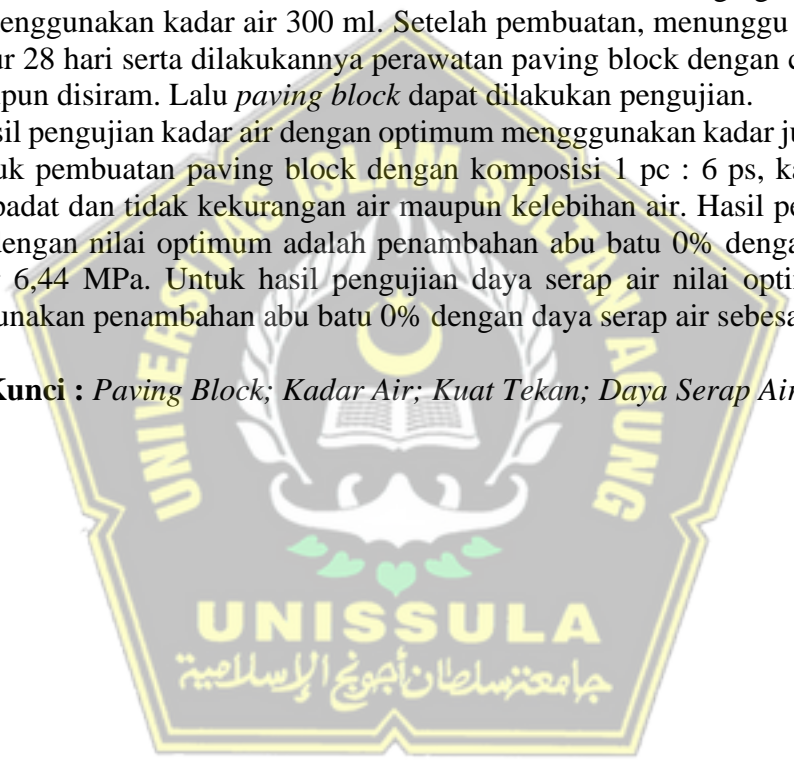
## ABSTRAK

Pada umumnya perkerasan jalan menggunakan perkerasan aspal, beton, dan campuran beton aspal. Sementara itu, harganya yang relatif mahal konsumen lebih memilih menggunakan perkerasan *paving block*. Bahan penyusunan *paving block* adalah agregat halus, semen, dan air. Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah abu batu untuk pengaganti pasir dan alat cetak *paving block* yang telah dimodifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan daya serap air.

Pada pengujian kadar air, peneliti menggunakan kadar air 300 ml dengan komposisi 1 pc : 6 ps untuk pembuatan *paving block*. Dalam pembuatan *paving block* ini menggunakan alat cetak *paving block press* manual sistem genjot dengan penambahan abu batu sebesar 0%, 5%, 15%, 25% dari berat agregat halus (pasir) serta menggunakan kadar air 300 ml. Setelah pembuatan, menunggu *paving block* berumur 28 hari serta dilakukannya perawatan *paving block* dengan cara diperciki air ataupun disiram. Lalu *paving block* dapat dilakukan pengujian.

Hasil pengujian kadar air dengan optimum menggunakan kadar jumlah air 300 ml untuk pembuatan *paving block* dengan komposisi 1 pc : 6 ps, karena adukan sudah padat dan tidak kekurangan air maupun kelebihan air. Hasil pengujian kuat tekan dengan nilai optimum adalah penambahan abu batu 0% dengan kuat tekan sebesar 6,44 MPa. Untuk hasil pengujian daya serap air nilai optimum dengan menggunakan penambahan abu batu 0% dengan daya serap air sebesar 8,49%.

**Kata Kunci :** *Paving Block; Kadar Air; Kuat Tekan; Daya Serap Air.*





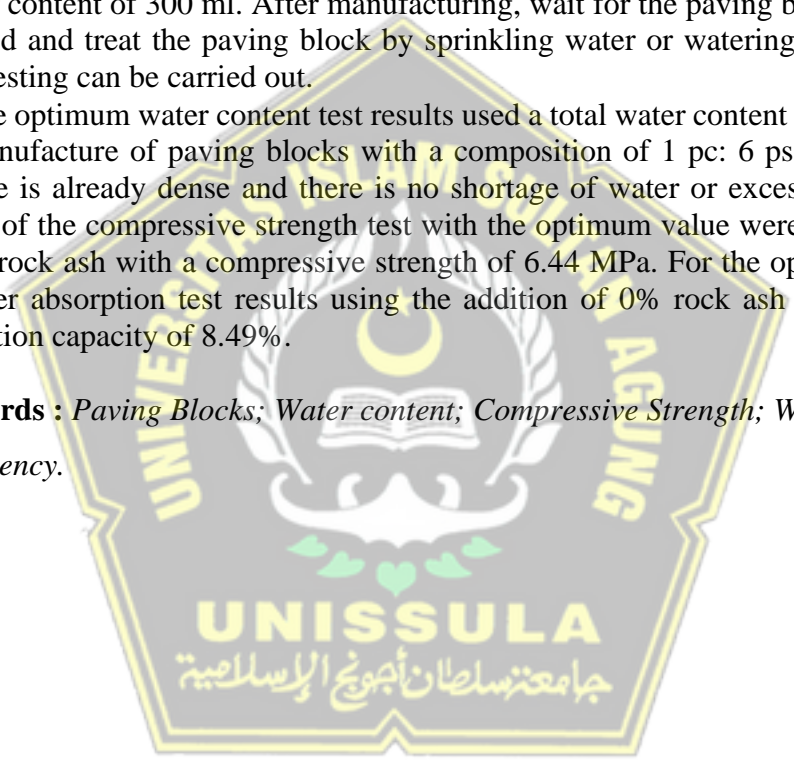
## ABSTRACT

In general, road pavements use asphalt, concrete, and asphalt concrete mixtures. Meanwhile, the price is relatively expensive, consumers prefer to use pavement *paving block*. Paving blocks are made up of fine aggregate, cement and water. In this study, stone ash was used as a substitute for sand and a modified paving block printing tool. The purpose of this study was to determine the compressive strength and water absorption.

In testing the water content, the researchers used a water content of 300 ml with a composition of 1 pc: 6 ps for manufacture *paving block*. In the making *paving block* This uses a printer *paving block press* manual genjot system with the addition of rock ash of 0%, 5%, 15%, 25% of the weight of fine aggregate (sand) and using a water content of 300 ml. After manufacturing, wait for the paving block to be 28 days old and treat the paving block by sprinkling water or watering it. *Sopaving block* testing can be carried out.

The optimum water content test results used a total water content of 300 ml for the manufacture of paving blocks with a composition of 1 pc: 6 ps, because the mixture is already dense and there is no shortage of water or excess water. The results of the compressive strength test with the optimum value were the addition of 0% rock ash with a compressive strength of 6.44 MPa. For the optimum value of water absorption test results using the addition of 0% rock ash with a water absorption capacity of 8.49%.

**Keywords :** *Paving Blocks; Water content; Compressive Strength; Water Absorbency.*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Setiap tahunnya, Indonesia mengalami peningkatan jumlah kendaraan yang cukup besar, baik di perkotaan maupun di pedesaan. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU RI, 2004.). Selain itu, jalan sangat dibutuhkan untuk menunjang perekonomian masyarakat. Pada umumnya perkerasan jalan menggunakan perkerasan aspal, beton, dan campuran beton aspal. Sementara itu, harganya yang relatif mahal konsumen lebih memilih menggunakan perkerasan *paving block*.

Perkerasan jalan yang terdiri dari semen *portland* atau perekat hidrolis lainnya, air, dan agregat halus dikenal sebagai *paving block* (SNI 03-0691-1996). Akhir-akhir ini, penggunaan pada *paving block* sangat meningkat dibandingkan pada perkerasan jalan aspal dan beton. Selain harganya yang relatif murah, pemasangan dan pemeliharaan *paving block* lebih mudah. *Paving block* mampu menyerap air, sehingga penggunaannya dianggap ramah lingkungan baik secara nasional atau internasional (Adibroto, 2014). Telah terjadi beberapa perkembangan produksi *paving block* untuk meningkatkan mutu dan kualitas seiring dengan kemajuan zaman yaitu dengan membuat *paving block* dengan bahan tambahan abu batu.

Pada penelitian ini menggunakan *paving block* berupa persegi panjang dengan penambahan bahan abu batu dengan memodifikasi alat cetak *press* manual sistem genjot dalam pembuatannya. Abu batu merupakan sisa-sisa dari pecahan batu yang memiliki dimensi butiran kecil dan hampir mirip dengan agregat halus. Abu batu dihasilkan dari alat pemecah batu yaitu *stone crusher*.

Abu batu merupakan limbah dari industri pemecah batu yang jumlahnya tidak sedikit. Abu batu memiliki ukuran partikel diameter 0,075 mm hingga 4,75 mm. Karena jumlah abu batu yang banyak, untuk itu dilakukan penelitian ini guna memanfaatkan limbah abu batu dalam pembuatan *paving block* yang dapat

mengurangi penggunaan pasir. Selain itu, abu batu juga memiliki kekuatan yang tinggi sehingga dapat dijadikan alternatif bahan tambah dalam pembuatannya.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian Tugas Akhir ini berfokus pada Analisa Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada *Paving Block*. Hal ini ditinjau untuk mengetahui apakah penggunaan bahan tambah abu batu akan meningkatkan kuat tekan serta mengurangi daya serap air pada *paving block* menggunakan alat cetak *press* manual sistem genjot yang telah dimodifikasi peneliti dengan perbandingan dan penambahan abu batu yang bervariasi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada *Paving Block* ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah hasil kuat tekan *paving block* yang di hasilkan dari penambahan beberapa variasi abu batu dengan menggunakan alat *press* manual sistem genjot?
2. Bagaimanakah hasil penyerapan air *paving block* yang di hasilkan dari penambahan beberapa variasi abu batu dengan menggunakan alat *press* manual sistem genjot?

## **1.3. Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah agregat halus yang digunakan dalam pembuatan *paving block* dengan menggunakan abu batu.

Tujuan yang ingin dicapai dari Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada *Paving Block* ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil kuat tekan *paving block* dengan bahan tambah abu batu dengan menggunakan alat *press* manual sistem genjot.
2. Mengetahui hasil penyerapan air *paving block* dengan bahan tambah abu batu dengan menggunakan alat *press* manual sistem genjot.

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada *Paving Block* ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan uji material agregat halus yaitu pasir sudah di ayak lolos saringan nomor 4 yaitu 4,75 mm.
2. Benda uji *paving block* dengan ukuran panjang 20cm, lebar 10,5cm, tinggi 6cm.
3. Jumlah seluruh sampel yang akan dibuat adalah 20 sampel.
4. Setelah dilakukan perawatan selama 28 hari akan dilakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air.
5. Pembuatan *paving block* menggunakan komposisi 1 pc : 6 ps.
6. Semen yang akan digunakan adalah semen Gresik.
7. Abu batu berasal dari AMP PT. Mohandas Oeloeng Kendal.
8. Pemakaian abu batu menggunakan presentase 0%, 5%, 15%, 25% dari komposisi campuran adukan *paving block*.
9. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya dan dilakukan pengujian di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang dengan cara *press* manual sistem genjot.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini adalah antara lain :

1. Hasil dari penelitian ini merupakan salah satu pengetahuan untuk mengembangkan inovasi dalam pembuatan *paving block* yang menggunakan alat *press* manual sistem genjot.
2. Dapat mengetahui nilai kuat tekan *paving block* setelah mencampur dengan abu batu.
3. Dapat mengetahui penyerapan air pada *paving block* setelah mencampur dengan abu batu.
4. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Laporan Tugas Akhir ini disusun secara sistematis dan terdiri dari 5 Bab, yang disusun sebagai berikut.:

**BAB I           PENDAHULUAN**

BAB ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

**BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

BAB ini menjelaskan tentang *paving block* dan abu batu serta rumus perhitungan.

**BAB III          METODE PENELITIAN**

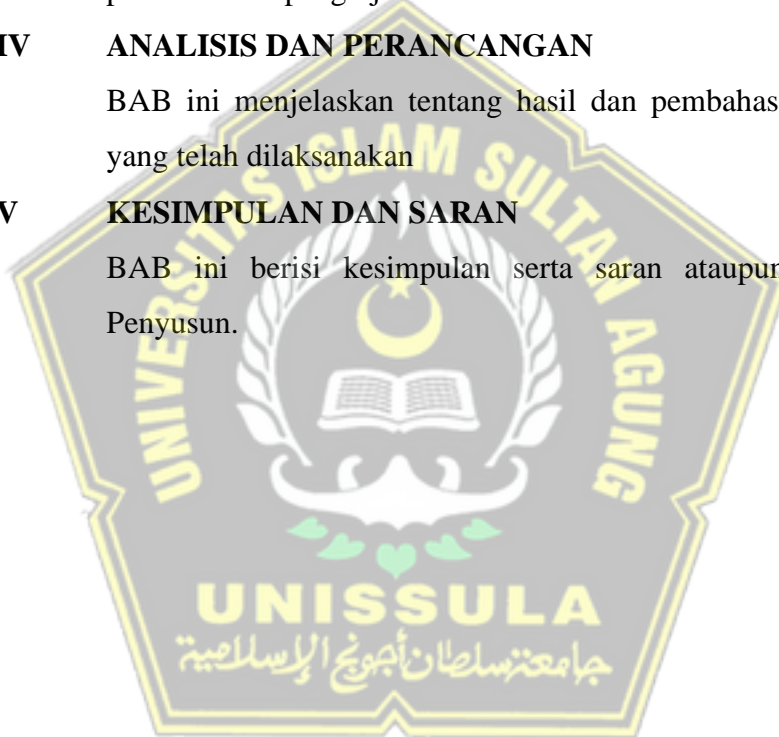
BAB ini menjelaskan tentang alat dan bahan, tahap penelitian, pelaksanaan penelitian, bagan alir penelitian dan jadwal pelaksanaan pengerjaan.

**BAB IV          ANALISIS DAN PERANCANGAN**

BAB ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilaksanakan

**BAB V           KESIMPULAN DAN SARAN**

BAB ini berisi kesimpulan serta saran ataupun kritik dari Penyusun.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *Paving Block*

*Paving block* adalah jenis beton non-struktural yang tidak mengurangi mutu kualitas paving block dengan menggunakan bahan campuran agregat, semen, air, dan bahan lainnya (Fajri et al., 2016.). Bahan-bahan yang akan digunakan merupakan salah satu penyebab yang dapat mempengaruhi kualitas *paving block*.

##### 2.1.1. Kelebihan dan Kekurangan *Paving Block*

a. *Paving block* mempunyai beberapa kelebihan diantaranya yaitu :

- Pemasangan serta perawatan yang mudah  
*Paving block* dapat dipasang dengan praktis dan cepat, karena ukurannya yang seragam dan mudah diatur sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, perawatan *paving block* yang relatif mudah dengan cara membersihkannya secara rutin agar tetap bersih dan terjaga keindahannya.
- Banyak variasi bentuk  
*Paving block* memiliki banyak variasi berbagai bentuk, sehingga memungkinkan untuk menciptakan pola atau desain yang menarik dan unik.
- Biaya relatif murah  
Harganya cenderung lebih terjangkau dibandingkan dengan menggunakan perkerasan jalan aspal atau beton, sehingga dapat menjadi pilihan yang ekonomis.
- Ramah lingkungan  
Karena penyerapan airnya yang efektif, dapat membantu mengurangi genangan air.

b. *Paving block* mempunyai beberapa kekurangan diantaranya yaitu :

- Tidak tahan beban yang berat  
*Paving block* tidak kuat atau tahan lama jika sering dilalui oleh kendaraan berat.
- Mudah bergeser  
*Paving block* yang tidak dipasang dengan baik atau pada permukaan yang tidak rata, dapat mudah bergeser atau gelombang.

### 2.1.2. Syarat Mutu Bata Beton (*Paving Block*)

Berikut spesifikasi mutu *paving block* yang dibuat sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

#### a. Sifat Tampak

*Paving block* memiliki permukaan yang rata dan kasar, sehingga memberikan tekstur yang menarik dan dapat membantu mencegah pengguna tergelincir.

#### b. Ukuran

Pemilihan jenis *paving block* yang tepat dapat menciptakan tampilan yang menarik dan memperindah tampilan permukaan lantai, trotoar, jalan, atau area lainnya, karena memiliki berbagai bentuk *paving block*.

#### c. Sifat Fisik

Bata baton (*paving block*) memiliki sifat-sifat fisik dapat dilihat tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Sifat-sifat Fisik Bata Beton (*Paving Block*)

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

(Sumber : SNI 03-0691-1996)

### 2.1.3. Daya Serap Air *Paving Block*

Daya serap air pada *paving block* adalah kemampuan material *paving block* untuk menyerap air. *Paving block* yang memiliki daya serap air yang baik akan mampu menyerap air dengan cepat dan mencegah terjadinya genangan pada permukaan jalan atau area yang menggunakan *paving block*.

Pada umumnya, daya serap air *paving block* ditentukan oleh struktur pori – pori pada materialnya. Semakin besar pori – pori pada *paving block*, maka daya serap air akan semakin tinggi. Namun, jika pori – pori yang terlalu besar juga dapat membuat *paving block* menjadi rusak dan berkurang kekuatannya. Untuk mendapatkan *paving block* dengan daya serap air yang baik, sebaiknya memilih

jenis *paving block* yang dirancang sesuai keperluannya agar tahan lama dan berfungsi dengan baik. Sesuai dengan SNI 03-0691-1996, daya serap air *paving block* adalah 3% hingga 10%..

#### 2.1.4. Bahan Pembuatan *Paving Block*

*Paving block* terbuat dari campuran seperti agregat, semen, air, dan juga dapat menggunakan bahan tambah. Berikut ini penjelasan tentang bahan pembuatan *paving block* antara lain:

##### a. Semen Portland

Semen hidrolis yang disebut semen portland dibuat dengan menggiling terak semen portland, terutama terdiri dari kalsium silikat dan juga dapat ditambahkan bahan tambahan seperti satu atau lebih senyawa kalsium sulfat kristalin (SNI 15-2049-2004).

Semen memiliki peran penting dalam pembuatan *paving block* karena berfungsi sebagai bahan perekat yang mengikat agregat halus dan kasar untuk membentuk *paving block* yang kokoh dan tahan lama. Selain itu, semen juga memberikan sifat tahan air pada *paving block*, sehingga memungkinkan untuk digunakan pada area yang terkena air atau hujan.

Adapun jenis dan penggunaan semen portland yang disesuaikan dengan SNI 15-2049-2004 dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Jenis dan Penggunaan Semen Portland

No	Tipe	Penggunaan
1	Jenis I	untuk penggunaan umum, digunakan untuk bangunan-bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus
2	Jenis II	dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3	Jenis III	dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4	Jenis IV	dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5	Jenis V	dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap

(Sumber : SNI 15-2049-2004)

Semen portland jenis tipe I akan digunakan dalam penelitian ini karena umumnya digunakan oleh masyarakat.



b. Agregat Halus

Agregat merupakan salah satu bahan dalam penyusunan *paving block*. Agregat halus merupakan agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan (SNI 03-6820-2002). Agregat halus digunakan dalam berbagai aplikasi untuk membuat beton, mortar, aspal, dan bahan konstruksi lainnya, dan sangat penting dalam industri konstruksi dan teknik sipil. Agregat halus berfungsi sebagai bahan pengisi antara partikel agregat kasar.

c. Air

Air adalah suatu bahan penting dalam pembuatan *paving block*. Air digunakan untuk mengaktifkan reaksi kimia antara semen dan bahan agregat dalam campuran, sehingga membentuk beton yang keras dan kokoh setelah pengeringan. Dalam pembuatan *paving block*, sejumlah air ditambahkan ke campuran semen dan agregat untuk membentuk adonan beton yang tepat. Proporsi air yang tepat dapat memastikan adonan beton memiliki kekuatan dan kekakuan yang optimal setelah proses pengeringan.

**2.1.5. Berdasarkan Cara Pembuatannya**

Berdasarkan metode pembuatan, *paving block* dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu :

a. *Paving block* press manual atau tangan

*Paving block* press manual atau tangan dapat dibuat dengan menggunakan tangan. Jenis *paving block* khusus ini memiliki mutu beton K 50–100. Jenis *paving block* ini dapat digunakan untuk taman, pekarangan rumah, trotoar ataupun untuk perkerasan non-struktural dengan kemampuan beban minimal.

b. *Paving block* press mesin vibrasi atau getar

Dalam pembuatan *paving block* ini biasanya menghasilkan mutu beton K 150–250. Mesin *paving block* sistem getar ini biasa digunakan sebagai alternatif perkerasan jalan sebagai lahan parkir atau garasi.

c. *Paving block* press mesin hidrolik

*Paving block* jenis ini dibuat dengan mesin press hidrolik dengan kekuatan tekan lebih dari 300 kg/cm<sup>2</sup> dan masuk dalam kategori mutu beton K 300-450. Biasanya digunakan untuk jalan karena mampu menahan beban berat yang dilalui di atasnya.

### 2.1.6. Bentuk *Paving Block*

#### a. *Paving Block* Persegi Panjang (Bata)

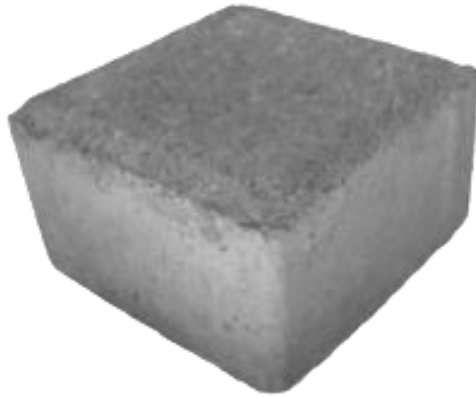
*Paving block* ini mempunyai bentuk seperti bata dengan ukuran yang lebih besar dari *paving block* persegi pada umumnya. *Paving block* persegi panjang biasanya memiliki dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm atau 8 cm. Pada umumnya *paving block* bentuk ini digunakan untuk tampilan lantai yang lebih elegan dan berkesan klasik.



**Gambar 2.1.** *Paving block* persegi panjang  
(<https://www.lawangindahbeton.com/ukuran-paving-block/>)

#### b. *Paving Block* Persegi

*Paving block* persegi mempunyai dimensi sama semua sisinya, umumnya panjang dan lebar sama yaitu 10cm x 10cm x 6cm atau 8cm. Selain itu, pada paving bentuk ini memberikan tampilan yang modern dan simpel pada area yang dibangunnya.

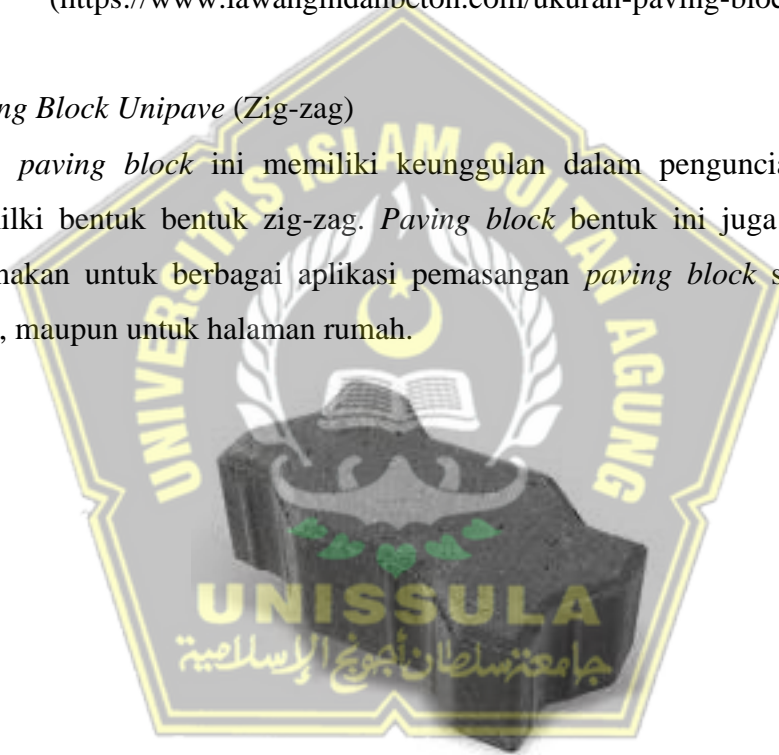


**Gambar 2.2.** *Paving block* persegi

(<https://www.lawangindahbeton.com/ukuran-paving-block/>)

c. *Paving Block Unipave* (Zig-zag)

Jenis *paving block* ini memiliki keunggulan dalam pengunciannya, karena memiliki bentuk zig-zag. *Paving block* bentuk ini juga sangat cocok digunakan untuk berbagai aplikasi pemasangan *paving block* seperti trotoar, jalan, maupun untuk halaman rumah.



**Gambar 2.3.** *Paving Block Unipave* (Zig – zag)

(<https://www.lawangindahbeton.com/ukuran-paving-block/>)

d. *Paving Block Thrihex* (Tiga Berlin)

Karena memiliki desain yang khas, *paving block* jenis ini sering digunakan sebagai tema dekoratif dalam penataan *paving block*. Jenis ini sering digunakan pada trotoar atau jalan di kawasan pemukiman.



**Gambar 2.4.** *Paving Block Thrihex* (Tiga Berlin)

(<https://www.lawangindahbeton.com/ukuran-paving-block/>)

e. *Paving Block Hexagon* (Segi Enam)

*Paving block hexagon* mempunyai keunikan dalam penampilannya dan ketahanan yang kuat. Jenis ini biasanya digunakan untuk lahan parkir, trotoar ataupun jalan.

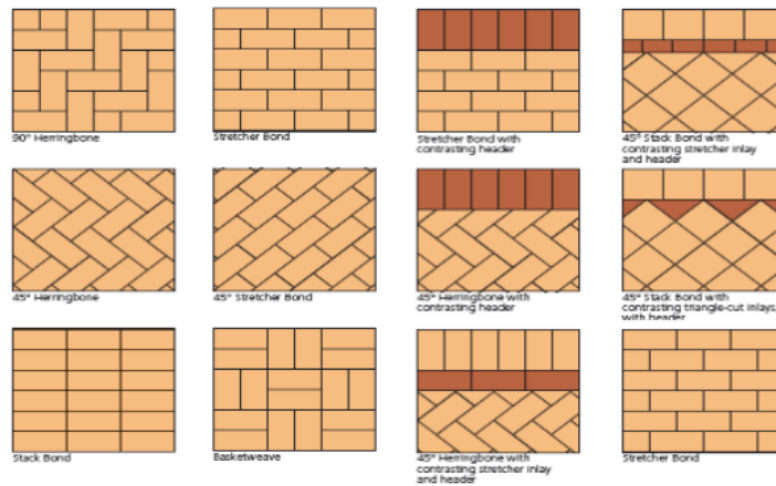


**Gambar 2.5.** *Paving Block Hexagon*

(<https://www.lawangindahbeton.com/ukuran-paving-block/>)

### **2.1.7. Pola Penyusunan *Paving Block***

Pola penyusunan *paving block* dapat beragam tergantung pada keinginan dan fungsi dari area yang akan dibangun. Terdapat banyak pola penyusunan diantaranya yaitu pola penyusunan herringbone ini merupakan teknik pemasangan tersulit karena memerlukan tingkat presisi yang tinggi karena disusun miring berbentuk menyerupai susuk ikan. Pola herringbone mempunyai kunci yang baik, sehingga digunakan untuk perkerasan jalan (Mudiyono & Tsani, 2019). Berikut ini adalah pola penyusunan pada *paving block* :



**Gambar 2.6.** Pola Penyusunan *Paving Block*  
(Husna., dkk (dalam Mudiyono & Tsani, 2019))

## 2.2. Abu Batu

Abu batu merupakan hasil sisa- sisa olahan pabrik pemecah batu (*stone crusher*) dengan ukuran partikel diameter 0,075 mm hingga 4,75 mm. Ketika dikombinasikan dengan semen, komponen silika amorf yang sangat kecil dalam abu batu dapat mengeras (Raswitaningrum et al., 2019). Di Indonesia, banyak pabrik pemecah batu yang beroperasi. Oleh karena itu, peneliti hanya menggunakan limbah abu batu hasil dari pabrik pemecah batu (*stone crusher*) yang bentuknya halus dan bebas dari material lain. Dalam pembuatan *paving block*, abu batu dan split dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pasir (Mulyati, 2023). Abu batu tergolong limbah biasa yang tidak beracun dan memiliki ukuran butiran yang bervariasi, mengingat jumlah yang sangat banyak maka dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomis. Dalam pembuatannya abu batu berasal dari AMP PT. Mohandas Oeloeng Kendal.

### 2.2.1. Sifat-sifat Abu Batu

Sifat-sifat yang dimiliki dari abu batu yaitu diantara lain :

- Memiliki tekstur kasar.
- Ukuran partikel berkisar 0,075 mm hingga 4,75 mm.
- Sifatnya yang lebih stabil daripada tanah kosong.
- Awet dan keras

### 2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Abu Batu

a. Kelebihan abu batu adalah sebagai berikut :

- Penggunaan abu batu dapat mengurangi penggunaan pasir yang harganya menjadi lebih mahal.
- Penggunaan abu batu dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan dan kepadatan beton.
- Abu batu dapat meningkatkan keawetan jalan dan mengurangi perawatan karena lebih stabil daripada tanah kosong.

b. Kekurangan abu batu adalah sebagai berikut :

- Abu batu memiliki permukaan yang kasar dan tidak sesuai untuk beberapa aplikasi seperti pelapis jalan halus.
- Penggunaan abu batu dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan pengerasan permukaan yang tidak merata.

### 2.3. Rumus Perhitungan

a. Kuat tekan *paving block* dapat dihitung sesuai dengan SNI 03-0691-1996 dengan menggunakan persamaan (2.1).

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$f'c$  = kuat tekan(N/mm<sup>2</sup>)

P = beban tekan(N)

A = luas bidang tekan(mm<sup>2</sup>)

b. Daya serap air *paving block* dapat dihitung sesuai dengan SNI 03-0691-1996 dengan menggunakan persamaan (2.2).

$$DSA = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

DSA = daya serap air(%)

A = berat *paving block* basah(gr)

B = berat *paving block* kering (gr)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Umum

Pada penelitian ini yaitu melakukan inovasi atau alternatif dengan penambahan abu batu pada pembuatan *paving block* dengan cara *press* manual sistem genjot yaitu dengan menggunakan bahan tambah abu batu sebagai pengganti penggunaan agregat halus dengan presentase 0%, 5%, 15%, 25%. Untuk pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* yang telah berumur 28 hari. Berikut ini adalah jumlah sampel yang dapat dilihat pada tabel 3.1 dan pada tabel 3.2.

**Tabel 3.1. Jumlah Sampel Benda Uji**

No.	Presentase Abu Batu	Jumlah Sampel Benda Uji	
		Kuat Tekan	Daya Serap Air
1.	0%	3	2
2.	5%	3	2
3.	15%	3	2
4.	25%	3	2

**Tabel 3.2. Ukuran Benda Uji**

Benda Uji	Ukuran Benda Uji	
	Kuat Tekan	Daya Serap Air
Dimensi (cm)	6 x 6 x 6	20 x 10,5 x 6

#### 3.1.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu :

##### a. Air

Air yang akan digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

b. Semen

Penelitian ini menggunakan semen *portland* yaitu merek semen Gresik..



**Gambar 3.1.** Semen *Portland*  
(Sumber : Data Primer, 2023)

c. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari merapi, Jawa Tengah.



**Gambar 3.2.** Agregat Halus  
(Sumber : Data Primer, 2023)



#### d. Abu Batu

Abu batu merupakan sisa – sisa dari pecahan batu yang memiliki dimensi butiran kecil dan hampir mirip dengan agregat halus. Keunggulan abu batu adalah dapat meningkatkan kekuatan dan kepadatan beton. Dengan alternatif ini yaitu bahan tambah abu batu dicampurkan dengan adukan *paving block*.



**Gambar 3.3.** Abu Batu  
(Sumber : Data Primer, 2023)

#### 3.1.2. Peralatan Penelitian

##### a. Ayakan Pasir

Ayakan pasir yang digunakan untuk menyaring pasir dalam pembuatan *paving block*. Dengan menggunakan ukuran saringan 4,75 mm.



**Gambar 3.4.** Ayakan Saringan No. 4

(Sumber : Data Primer, 2023)

b. Timbangan

Timbangan yang digunakan untuk melakukan penimbangan berat semen, berat pasir, dan timbangan untuk melakukan penimbangan abu batu.



**Gambar 3.5.** Timbangan

(Sumber : Data Primer, 2023)

c. Gelas Ukur

Dalam penelitian ini menggunakan gelas ukur untuk mengukur volume air agar lebih mudah untuk takaran pemberian air.



**Gambar 3.6.** Gelas Ukur

(Sumber : Data Primer, 2023)

d. Oven

Oven digunakan untuk pengovenan pengujian bahan material dan benda uji.



**Gambar 3.7.** Oven

(Sumber : Data Primer, 2023)

e. Alat Cetak *Paving Block Press* Manual Sistem Genjot

Cetakan yang digunakan untuk membuat benda uji *paving block* dengan cara *press* manual. Pada penggunaannya dengan sistem genjot berbeda dengan dengan

paving block yang cara pembuatanya di *press* ataupun manual. Dan juga pada alat ini sudah terdapat cetakan *paving block*.



**Gambar 3.8.** Alat Cetak *Paving Block Press* Manual Sistem Genjot  
(Sumber : Data Primer, 2023)

f. Mesin Uji Kuat Tekan

Mesin uji tekan digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan pada *paving block*. Kapasitas mesin ini sebesar 100 kN.



**Gambar 3.9.** Alat Uji Kuat Tekan  
(Sumber : Data Primer, 2023)

g. Alat Pendukung

Peralatan pendukung yang digunakan yaitu : penggaris, cetok, ember air, spidol dan lain – lain.



**Gambar 3.10. Cetok**

(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 3.11. Ember**

(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 3.12. Oli**

(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 3.13.** Cawan

(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 3.14.** Penggaris, Bolpoin, Dan Spidol

(Sumber : Data Primer, 2023)

### **3.2. Tahap Penelitian**

Untuk memperoleh hasil yang kita inginkan, penelitian harus dilakukan secara sistematis. Dimulai dari tahap awal hingga tahap akhir agar mendapatkan hasil yang baik.

#### **3.2.1. Tahap I Mempersiapkan Alat dan Bahan**

Pada tahap ini yang harus disiapkan adalah sebagai berikut :

- Mengumpulkan bahan – bahan yang dibutuhkan.

- Menyiapkan peralatan yang diperlukan.
- Menata alat dan bahan agar mudah dijangkau.
- Memastikan alat dan bahan dalam keadaan bersih dan siap digunakan.
- Memahami instruksi dan prosedur yang berhubungan dengan penggunaan alat dan bahan.
- Mempersiapkan perlindungan diri jika diperlukan.

### **3.2.2. Tahap II Pemeriksaan Bahan dan Pengujian Kadar Air**

Yang harus dipastikan dalam tahap pemeriksaan bahan adalah dan pengujian kadar air sebagai berikut :

- Memeriksa kondisi fisik bahan, seperti warna, aroma, dan tekstur untuk mengetahui apakah bahan masih layak digunakan.
- Mengukur atau menimbang bahan untuk memastikan jumlahnya sesuai dengan yang dibutuhkan.
- Melakukan uji coba sederhana pada bahan untuk memeriksa kecocokan dengan prosedur yang akan digunakan.
- Melakukan uji coba sederhana pada bahan untuk memeriksa kecocokan dengan prosedur yang akan digunakan.
- Menyiapkan bahan pengganti atau alternatif jika diperlukan.

### **3.2.3. Tahap III Perencanaan Campuran dan Pembuatan Benda Uji**

Pada tahap ini merencanakan kombinasi *paving block* yang meliputi penambahan abu batu. Perbandingan jumlah proporsi bahan tambah dilakukan dengan presentase 0 %, 5%, 15 %, 25 %, dan pembuatan tiap presentase berjumlah 20 buah.

### **3.2.4. Tahap IV Pengujian Benda Uji**

Setelah melakukan inovasi pembuatan benda uji, maka dilakukan pengujian yaitu kuat tekan dan daya serap air.

### **3.2.5. Tahap V Analisis dan Pembahasan**

Tahap ini berisikan tentang analisis data yang berisi hasil dan dilakukan pembahasan penelitian yang telah dilaksanakan sehingga mendapatkan beberapa kesimpulan.

## **3.3. Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil

Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Tujuannya adalah untuk menentukan nilai kuat tekan dan daya serap air *paving block* yang dibuat dengan bahan tambah abu batu dengan cara *press* manual sistem genjot.

### 3.3.1. Persiapan

Pada tahap persiapan yaitu menyiapkan bahan-bahan penyusun *paving block*. Berikut adalah bahan yang harus disiapkan.

#### 1. Pasir

Pada penelitian ini pasir akan dilakukan pengujian yaitu pengujian butir agregat halus, berat jenis, kadar air, dan kadar lumpur pada pasir, dengan penjelasan sebagai berikut.

##### a. Pengujian Butir Agregat Halus

Dalam pengujian ini bertujuan untuk mengetahui diameter pasir yang akan digunakan dalam pembuatan *paving block* pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan ayakan saringan yang lolos nomor 4 adalah 4,75 mm.

##### b. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Menurut SNI 1970–2008, tujuannya yaitu untuk menentukan berat jenis curah kering, berat jenis SSD, berat jenis semu, dan penyerapan air. Berikut adalah langkah-langkah pengujiannya.

- 1). Menimbang pasir SSD seberat 500 gram dan menimbang air sebanyak 500 gram.
- 2). Setelah itu masukkan pasir ke dalam picnometer dan masukkan air sampai batas bacaan picnometer.
- 3). Tutup picnometer dan goyangkan sampai tidak ada gelembung di dalam picnometer. Tambahkan air lagi ke picnometer sampai batas bacaan.
- 4). Timbang picnometer yang berisi air dan pasir. Keluarkan pasir dari picnometer ke dalam cawan.
- 5). Lalu masukkan ke dalam oven pada suhu  $\pm 110$  °C selama  $\pm 24$  jam.
- 6). Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- 7). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.



$$BJ \text{ curah kering} = \frac{W_1}{W_2+W_4-W_3} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$BJ \text{ SSD} = \frac{W_4}{W_2+W_4-W_3} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$BJ \text{ semu} = \frac{W_1}{W_2+W_1-W_3} \dots\dots\dots (4.3)$$

c. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Tujuannya adalah untuk mengetahui perbandingan berat air yang dikandung dengan berat air dalam keadaan kering yang ditunjukkan dalam persen. Berikut adalah langkah-langkah pengujiannya.

- 1). Menimbang agregat halus seberat 500 gram.
- 2). Lalu oven pada suhu  $\pm 110^\circ\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- 3). Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- 4). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_2-W_1}{W_3-W_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.4)$$

d. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui jumlah lumpur yang berada dalam agregat halus. Dalam penelitian ini menggunakan pengujian kadar lumpur dengan cara di cuci dan dengan menggunakan gelas ukur. Berikut adalah langkah-langkah pengujiannya.

• Pengujian kadar lumpur dengan cara di cuci

- 1). Menimbang agregat halus sebanyak 500 gram.
- 2). Setelah itu tuangkan dalam saringan dan cuci sampai bersih jangan ada agregat halus yang terjatuh.
- 3). Tuangkan dalam cawan lalu masukkan oven pada suhu  $\pm 110^\circ\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- 4). Keluarkan dari oven, diamkan sampai dingin lalu timbang.
- 5). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_2-W_3}{W_2-W_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.5)$$

• Pengujian kadar lumpur dengan menggunakan gelas ukur

- 1). Menimbang agregat halus sebanyak 280 gram.
- 2). Lalu masukkan ke dalam gelas ukur lalu tambahkan air hingga hingga 350 ml.

- 3). Mengocok gelas ukur ke atas ke bawah sebanyak 90 kali.
- 4). Letakkan gelas ukur pada permukaan yang rata. Tunggu selama  $\pm 24$  jam.
- 5). Ukur kadar lumpur yang terjadi.
- 6). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{VL}{VP+VL} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.6)$$

**2. Abu Batu**

Pada penelitian ini abu batu digunakan untuk pengganti agregat halus dengan presentase 0%, 5%, 15%, 25% dan abu batu berasal dari AMP PT. Mohandas Oeloeng Kendal. Abu batu akan dilakukan pengujian yaitu pengujian berat jenis, kadar air, dan kadar lumpur. Berikut penjelasan dari masing-masing pengujian.

**a. Pengujian Berat Jenis Abu Batu**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis curah kering, berat jenis SSD, berat jenis semu. Berikut adalah langkah-langkah pengujiannya.

- 1). Menimbang abu batu SSD seberat 500 gram dan menimbang air sebanyak 500 gram.
- 2). Setelah itu masukkan pasir ke dalam picnometer dan masukkan air sampai batas bacaan picnometer.
- 3). Tutup picnometer dan goyangkan sampai tidak ada gelembung di dalam picnometer. Tambahkan air lagi ke picnometer sampai batas bacaan.
- 4). Timbang picnometer yang berisi air dan pasir. Keluarkan abu batu dari picnometer ke dalam cawan.
- 5). Lalu oven pada suhu  $\pm 110$  °C selama  $\pm 24$  jam.
- 6). Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- 7). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{BJ curah kering} = \frac{W1}{W2+W4-W3} \dots\dots\dots (4.7)$$

$$\text{BJ SSD} = \frac{W4}{W2+W4-W3} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\text{BJ semu} = \frac{W1}{W2+W1-W3} \dots\dots\dots (4.9)$$

**b. Pengujian Kadar Air Abu Batu**

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan berat air yang dikandung abu batu dengan berat air abu batu dalam keadaan kering, yang

ditunjukkan dalam persen. Berikut adalah langkah-langkah pengujian kadar air abu batu.

- 1). Menimbang abu batu seberat 500 gram.
- 2). Lalu oven pada suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- 3). Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- 4). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_2 - W_1}{W_3 - W_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.10)$$

c. Pengujian Kadar Lumpur Abu Batu

Tujuan dari pengujian kadar lumpur adalah untuk mengetahui jumlah lumpur yang berada dalam abu batu. Dalam penelitian ini menggunakan pengujian kadar lumpur dengan cara di cuci dan dengan menggunakan gelas ukur. Berikut adalah langkah-langkah pengujian kadar lumpur.

- Pengujian kadar lumpur dengan cara di cuci
  - 1). Menimbang abu batu sebanyak 500 gram.
  - 2). Setelah itu tuangkan dalam saringan dan cuci sampai bersih jangan ada abu batu yang terjatuh.
  - 3). Tuangkan dalam cawan lalu masukkan oven pada suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
  - 4). Keluarkan dari oven, diamkan sampai dingin lalu timbang.
  - 5). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.11)$$

- Pengujian kadar lumpur dengan menggunakan gelas ukur
  - 1). Menimbang abu batu sebanyak 280 gram.
  - 2). Lalu masukkan ke dalam gelas ukur lalu tambahkan air hingga hingga 350 ml.
  - 3). Mengocok gelas ukur ke atas ke bawah sebanyak 90 kali.
  - 4). Letakkan gelas ukur pada permukaan yang rata. Tunggu selama  $\pm 24$  jam.
  - 5). Ukur kadar lumpur yang terjadi.
  - 6). Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_L}{V_{Ab} + V_L} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.12)$$

### 3.3.2. Pengecekan Kadar Air

Pengecekan kadar air digunakan untuk penggunaan air yang akan digunakan untuk pembuatan paving agar mendapatkan hasil yang diinginkan.

1. Persiapkan bahan pembuatan *paving block* seperti agregat halus (pasir), semen, air, dengan komposisi 1 pc : 6 ps dan jumlah air yang telah direncanakan.
2. Campur semua bahan dan aduk hingga merata.
3. Percobaan pertama menggunakan jumlah air 100 ml, kedua menggunakan jumlah air 200 ml, ketiga menggunakan jumlah air 300 ml, keempat menggunakan jumlah air 400 ml, dan yang kelima menggunakan jumlah air 500 ml.
4. Cek kelayakan adukan dengan cara menggengam adukan dan kepal membentuk seperti bola.
5. Setelah itu jatuhkan dari ketinggian kurang lebih satu meter, apabila permukaan bola masih retak maka adukan belum siap digunakan, apabila permukaan bola sudah tidak retak maka adukan itu yang baik digunakan, jika permukaan bola tidak retak dan ada air maka adukan tersebut kelebihan air.

### 3.3.3. Perencanaan *mix design*

Perencanaan *mix design paving block* dengan menggunakan alternatif dan inovasi bahan tambah abu batu dengan cara *press* manual sistem genjot. Perbandingan yang digunakan yaitu 1 pc : 6 ps dengan presentase abu batu sebesar 0%, 5%, 15%, 25% dari berat pasir.

1. Persiapan bahan pembuatan *paving block* seperti agregat halus, semen, air, dan bahan tambah abu batu dengan presentase yang telah direncanakan.
2. Campur semua bahan dan aduk hingga merata.
3. Cek kelayakan adukan dengan cara menggengam adukan dan kepal membentuk seperti bola.
4. Setelah itu jatuhkan dari ketinggian kurang lebih satu meter, apabila permukaan bola sudah tidak retak maka adukan siap digunakan.
5. Masukkan adukan ke dalam alat cetak *paving block* press manual.

Berikut adalah proses pencampuran bahan pembuatan *paving block* dapat dilihat pada gambar 3.15 dan 3.16.



**Gambar 3.15.** Pencampuran Bahan *Paving Block*  
(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 3.16.** Adukan *Paving Block*  
(Sumber : Data Primer, 2023)

#### **3.3.4. Pembuatan Benda Uji**

Pada pembuatannya menggunakan alat yang telah dimodifikasi yaitu alat *press* manual sistem genjot. Setiap variasi membuat 5 sampel dengan total benda uji yaitu

20 sampel. Berikut adalah langkah-langkah pembuatan *paving block* dengan cara *press* manual sistem genjot.

1. Olesi alat cetak *press* manual dengan menggunakan oli agar *paving block* dapat keluar dari cetakan.
2. Masukkan adukan ke dalam alat cetak.
3. Lakukan *press* manual dengan 10 kali genjotan.
4. Setelah itu buka cetakan dan genjot agar *paving* dapat keluar.



**Gambar 3.17.** Pembuatan Benda Uji  
(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 3.18.** Pelepasan Benda Uji  
(Sumber : Data Primer, 2023)

### 3.3.5. Perawatan Benda Uji

Setelah adukan pada *paving block* dilepaskan atau dipisahkan dari cetakan kemudian dibiarkan mengeras atau kering udara pada tempat yang disediakan sambil disirami/diperciki dengan air pada *paving block*. Pengerasan yang dilakukan memerlukan waktu 28 hari baru dapat diuji atau siap untuk digunakan. Berikut adalah gambar perawatan benda uji dapat dilihat pada gambar 3.18.



**Gambar 3.19.** Perawatan Benda Uji  
(Sumber : Data Primer, 2023)

### 3.3.6. Pemotongan Benda Uji

Menurut SNI 03-0691-1996, engujian uji kuat tekan *paving block* harus dilakukan pemotongan berbentuk kubus dengan ukuran 6cm x 6cm x 6cm. Berikut adalah proses pemotongan *paving block* dapat dilihat pada gambar 3.20



**Gambar 3.20.** Pemotongan Benda Uji

(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 3.21.** Hasil Pemotongan Benda Uji

(Sumber : Data Primer, 2023)

### 3.3.7. Pengujian Benda Uji

Pengujian dapat dilakukan setelah dilakukannya perawatan selama 28 hari. Penelitian ini dilakukan 2 pengujian yaitu uji kuat tekan dan uji daya serap air.

#### a. Uji Kuat Tekan *Paving Block*

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan *paving block* setelah dilakukan penambahan abu batu. Adapun langkah – langkah pengujiannya.

1. Siapkan benda uji yang telah di potong berbentuk kubus.



2. Bersihkan *paving block* dari hal-hal yang dapat mempengaruhi kuat tekan *paving block*.
3. Letakan benda uji pada mesin kuat tekan.
4. Setelah itu, mesin kuat tekan dinyalakan dan beban yang ditahan oleh *paving block* dapat dilihat pada manometer.
5. Lakukan pada setiap presentase dan catat hasilnya.



**Gambar 3.22.** Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*  
(Sumber : Data Primer, 2023)

b. Uji Daya Serap Air *Paving Block*

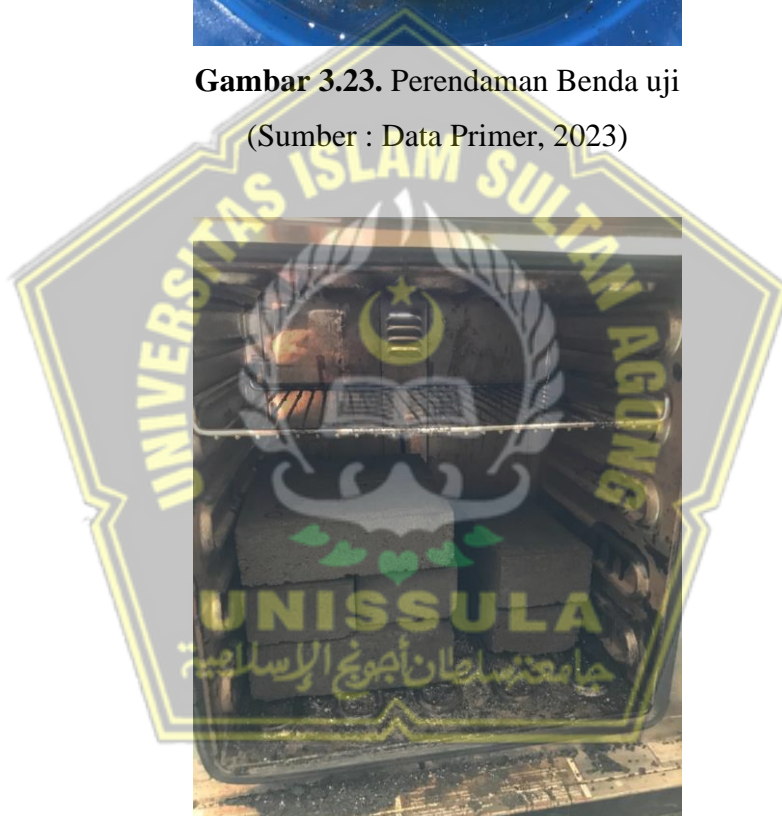
Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap air *paving block* setelah dilakukan penambahan abu batu. Adapun langkah – langkah pengujiannya.

1. Siapkan benda uji *paving block* dengan ukuran yang telah dibuat yaitu 20 cm x 10,5 cm x 6 cm.
2. Setelah itu direndam dengan air selama 24 jam.
3. Kemudian diangkat dan ditimbang lalu keringkan menggunakan kain, lalu masukan ke dalam mesin oven selama 24 jam.
4. Setelah itu ditimbang berat pada *paving block* setelah di oven.
5. Lakukan pada setiap presentase dan catat hasilnya



**Gambar 3.23.** Perendaman Benda uji

(Sumber : Data Primer, 2023)

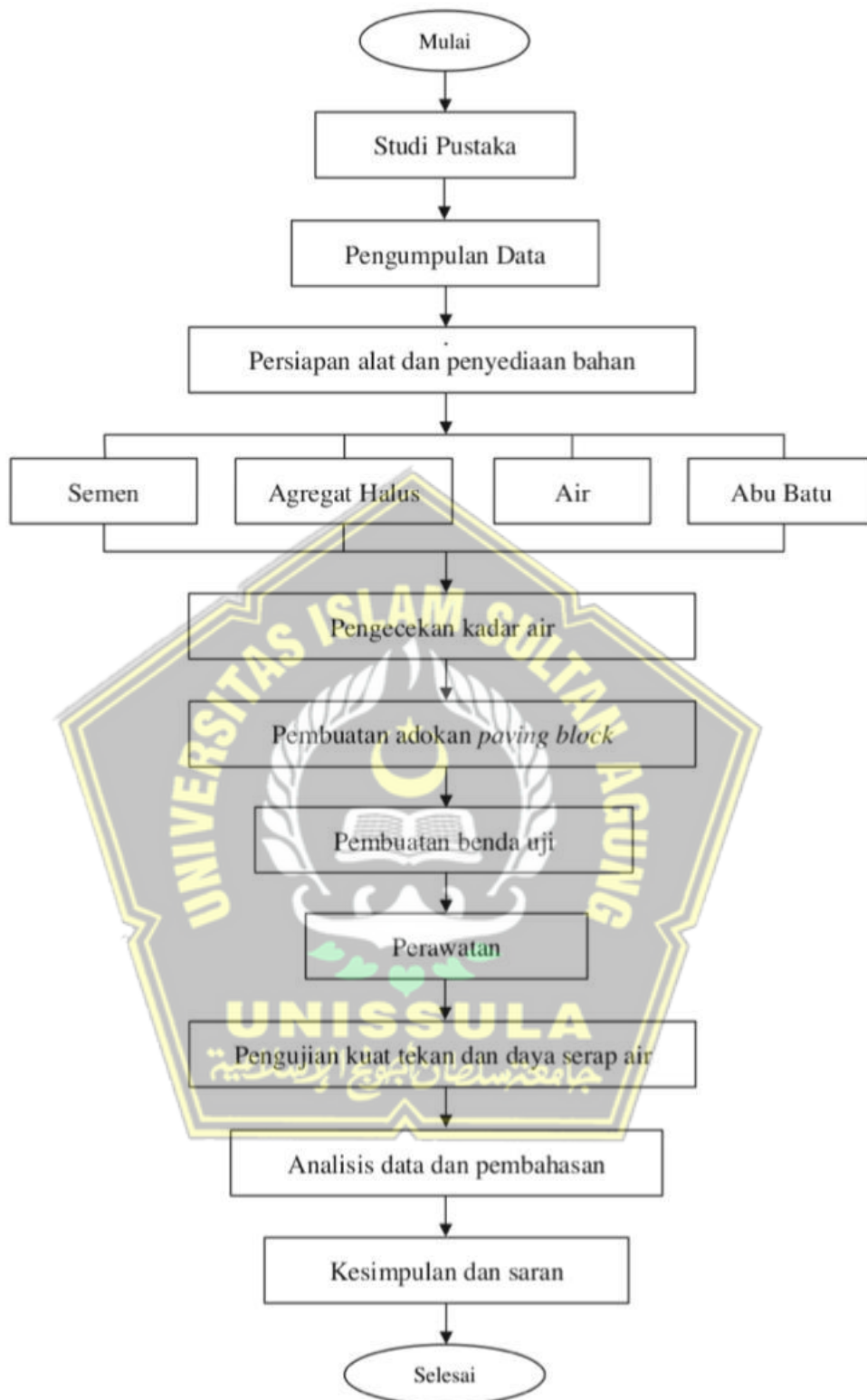


**Gambar 3.24.** Pengovenan Benda Uji

(Sumber : Data Prmer, 2023)

### **3.4. Bagan Alir Penelitian**

Agar penelitian berjalan dengan baik dan tersusun secara rapi tahapan demi tahapan maka dibuatlah bagan alir. Berikut adalah bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.25.



**Gambar 3.25.** Bagan Alir Penelitian

## BAB IV

### ANALISIS DAN HASIL

#### 4.1. Umum

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi. Pada penelitian ini dapat mengetahui kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* dengan penambahan abu batu. Berdasarkan dari batasan masalah tersebut diambil untuk pengujian kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* pada umur 28 hari.

#### 4.2. Hasil Pengujian Material

Dari pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang, maka didapat hasil data pengujian bahan – bahan sebagai berikut :

##### 4.2.1. Agregat Halus

##### 1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

**Tabel 4.1.** Berat Jenis Pasir Curah Kering

Jenis Uji	Notasi	Sampel
Berat pasir SSD	W4	500 gram
Berat pasir kering oven	W1	415,2 gram
Berat tabung + air	W2	670 gram
Berat tabung + air + pasir	W3	940 gram
Berat jenis pasir SSD	BJ curah kering	1,81 gram

**Tabel 4.2.** Berat Jenis Pasir SSD

Jenis Uji	Notasi	Sampel
Berat pasir SSD	W4	500 gram
Berat pasir kering oven	W1	415,2 gram
Berat tabung + air	W2	670 gram
Berat tabung + air + pasir	W3	940 gram
Berat jenis pasir SSD	BJ SSD	2,17 gram

**Tabel 4.3.** Berat Jenis Pasir Semu

Jenis Uji	Notasi	Sampel
Berat pasir SSD	W4	500 gram
Berat pasir kering oven	W1	415,2 gram
Berat tabung + air	W2	670 gram
Berat tabung + air + pasir	W3	940 gram
Berat jenis pasir SSD	BJ semu	2,86 gram

Berdasarkan tabel 4.1, 4.2, 4.3, didapatkan hasil pengujian berat jenis pasir curah kering dengan hasil 1,81 gram sedangkan hasil yang di dapat dari pengujian berat jenis pasir SSD dengan hasil 2,17 gram dan dari pengujian berat jenis pasir semu didapatkan dengan hasil 2,86 gram.

## 2. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

**Tabel 4.4.** Kadar Air Agregat Halus

Sampel	Berat Cawan (W1)	Berat Pasir sebelum di oven (W2)	Berat Pasir setelah di oven (W3)	Kadar Air (%)
Pasir	59,4 gram	559,4 gram	542,2 gram	3,56 %

Berdasarkan tabel 4.4 dapat didapatkan hasil pengujian kadar air agregat halus dengan hasil 3,56 %.

## 3. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pada penelitian pengujian kadar lumpur ini menggunakan 2 cara yaitu dengan cara di cuci dan menggunakan gelas ukur.

Berikut adalah hasil dari pengujian kadar lumpur agregat halus.

**Tabel 4.5.** Kadar Lumpur Pasir dengan cara di cuci

Sampel	Berat Cawan (W1)	Berat Pasir sebelum di oven (W2)	Berat Pasir setelah di oven (W3)	Kadar Lumpur (%)
Pasir	75,6 gram	575,6 gram	551,4 gram	4,84 %

**Tabel 4.6.** Kadar lumpur Pasir dengan menggunakan gelas ukur

Sampel	Volume Pasir (V1)	Volume Lumpur (V2)	Kadar Lumpur (%)
Pasir	280 gram	10 mm	3,45 %

Berdasarkan tabel 4.4 dan 4.5 didapatkan hasil pengujian kadar lumpur agregat halus dengan cara di cuci didapatkan hasil 4,84 % dan dengan cara menggunakan gelas ukur didapatkan hasil 3,45 %.

#### 4.2.2. Abu Batu

##### 1. Pemeriksaan Berat Jenis Abu Batu

**Tabel 4.7.** Berat Jenis Abu Batu Curah Kering

Jenis Uji	Notasi	Sampel
Berat pasir SSD	W4	500 gram
Berat pasir kering oven	W1	457,2 gram
Berat tabung + air	W2	670 gram
Berat tabung + air + pasir	W3	940 gram
Berat jenis pasir SSD	BJ curah kering	1,99 gram

**Tabel 4.8.** Berat Jenis Abu Batu SSD

Jenis Uji	Notasi	Sampel
Berat pasir SSD	W4	500 gram
Berat pasir kering oven	W1	457,2 gram
Berat tabung + air	W2	670 gram
Berat tabung + air + pasir	W3	940 gram
Berat jenis pasir SSD	BJ SSD	2,17 gram

**Tabel 4.9.** Berat Jenis Abu Batu Semu

Jenis Uji	Notasi	Sampel
Berat pasir SSD	W4	500 gram
Berat pasir kering oven	W1	457,2 gram
Berat tabung + air	W2	670 gram
Berat tabung + air + pasir	W3	940 gram
Berat jenis pasir SSD	BJ semu	2,44 gram

Berdasarkan tabel 4.7, 4.8, 4.9 didapatkan hasil pengujian berat jenis abu batu curah kering dengan hasil 1,99 gram sedangkan hasil yang di dapat dari pengujian berat jenis abu batu SSD dengan hasil 2,17 gram dan dari pengujian berat jenis abu batu semu didapatkan hasil 2,44 gram.

## 2. Pemeriksaan Kadar Air Abu Batu

**Tabel 4.10.** Kadar Air Abu Batu

Sampel	Berat Cawan (W1)	Berat Pasir sebelum di oven (W2)	Berat Pasir setelah di oven (W3)	Kadar Air (%)
Abu Batu	66,6 gram	566,6 gram	486,6 gram	19,05 %

Berdasarkan tabel 4.10 didapatkan hasil pengujian kadar air abu batu dengan hasil 19,05 %.

## 3. Pemeriksaan Kadar Lumpur Abu Batu

Pada penelitian pengujian kadar lumpur ini menggunakan dua cara yaitu dengan cara di cuci dan menggunakan gelas ukur. Berikut adalah hasil dari pengujian kadar lumpur abu batu.

**Tabel 4.11.** Kadar Lumpur Abu Batu dengan cara di cuci

Sampel	Berat Cawan (a)	Berat Pasir sebelum di oven (b)	Berat Pasir setelah di oven (c)	Kadar Lumpur (%)
Abu Batu	53 gram	553 gram	498,6 gram	10,88 %

**Tabel 4.12.** Kadar Lumpur Abu Batu dengan menggunakan gelas ukur

Sampel	Volume Pasir (V1)	Volume Lumpur (V2)	Kadar Lumpur (%)
Abu Batu	280 gram	15 mm	5,08 %

Berdasarkan tabel 4.11 dan 4.12 didapatkan hasil pengujian kadar lumpur abu batu dengan cara di cuci didapatkan hasil 10,88 % dan dengan cara menggunakan gelas ukur didapatkan hasil 8,2 %.

### 4.3. Rencana Kebutuhan Bahan Penyusun *Paving Block*

Pada penelitian ini untuk membuat benda uji *paving block* menggunakan komposisi 1 pc : 6 ps dan bahan tambah abu batu dengan variasi 0%, 5%, 15%, 25%. Berikut adalah rencana kebutuhan bahan penyusun *paving block* dapat dilihat pada tabel 4.13.

**Tabel 4.13.** Rencana Kebutuhan Bahan Penyusun *Paving Block*

Variasi	Jumlah Benda Uji	Pasir (kg)	Semen (kg)	Abu Batu (kg)	Air (l)
0%	5	10,28	1,72	-	1,2
5%	5	9,77	1,72	0,51	1,2
15%	5	8,74	1,72	1,54	1,2
25%	5	7,71	1,72	2,57	1,2

### 4.4. Hasil Pengujian Kadar Air *Paving Block*

Pada Penelitian ini peneliti melakukan pengujian kadar air menggunakan perbandingan 1 pc : 6 ps dengan jumlah kadar air yang berbeda. Berikut adalah hasil dari pengujian kadar air *paving block* dapat dilihat dibawah ini.

1. Percobaan pertama dengan tambahan air 100 ml





**Gambar 4.1.** Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 100 ml  
(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 4.2.** Hasil Adukan Kadar Air 100 ml Setelah Di Jatuhkan  
(Sumber : Data Primer, 2023)

2. Percobaan pertama dengan tambahan air 200 ml



**Gambar 4.3.** Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 200 ml  
(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 4.4.** Hasil Adukan Kadar Air 200 ml Setelah Di Jatuhkan  
(Sumber : Data Primer, 2023)

3. Percobaan pertama dengan tambahan air 300 ml



**Gambar 4.5.** Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 300 ml  
(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 4.6.** Hasil Adukan Kadar Air 300 ml Setelah Di Jatuhkan  
(Sumber : Data Primer, 2023)

4. Percobaan pertama dengan tambahan air 400 ml



**Gambar 4.7.** Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 400 ml  
(Sumber : Data Primer, 2023)



**Gambar 4.8.** Hasil Adukan Kadar Air 400 ml Setelah Di Jatuhkan

(Sumber : Data Primer, 2023)

5. Percobaan pertama dengan tambahan air 500 ml



**Gambar 4.9.** Pengempalan Adukan Dengan Kadar Air 500 ml

(Sumber : Data Primer, 2023)

Dari hasil penelitian kadar air dengan menggunakan komposisi 1 pc : 6 ps didapatkan hasil yaitu menggunakan kadar air 100 ml adukan saat digenggam dibentuk bola kurang padat dan saat dijatuhkan dari ketinggian kurang lebih 1 meter adukan banyak berceceran dan saat diukur menggunakan penggaris adukan yang bercecer paling jauh adalah 40 cm. Hasil yang menggunakan kadar air 200 ml adukan saat digenggam dibentuk bola masih kurang padat dan saat dijatuhkan dari

ketinggian kurang lebih 1 meter adukan banyak berceceran dan saat diukur menggunakan penggaris adukan yang bercecer paling jauh adalah 30 cm. Hasil yang menggunakan kadar air 300 ml adukan saat digenggam dibentuk bola menjadi padat dan saat dijatuhkan dari ketinggian kurang lebih 1 meter hanya retak dan pecah sedikit. Hasil yang menggunakan kadar air 400 ml adukan saat digenggam dibentuk bola menjadi lembek dan saat dijatuhkan dari ketinggian 1 meter tidak retak namun terdapat banyak air dibawah adukan. Hasil yang menggunakan kadar air 500 ml bisa digenggam namun tidak dapat dibentuk seperti bola.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan kadar jumlah air 300 ml dengan komposisi 1 pc : 6 ps untuk pembuatan *paving block*.

#### 4.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

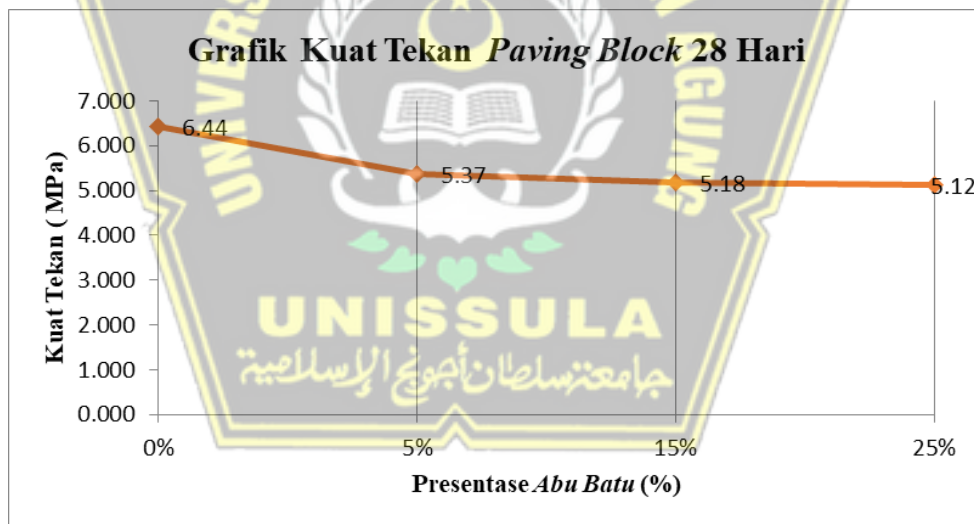
Pengujian kuat tekan pada *paving block* dilakukan dengan memotong benda uji yang berbentuk kubus dengan ukuran 6cm x 6cm x 6cm. Benda uji dibuat dengan menggunakan alat yang telah dimodifikasi oleh peneliti yaitu alat cetak *press* manual sistem genjot. Setiap variasi abu batu diuji dengan 3 buah sampel untuk diuji kuat tekannya. Pengujian dilakukan menggunakan alat mesin uji kuat tekan, untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji dengan cara ditekan sampai retak hingga hancur. Berikut adalah hasil dari pengujian kuat tekan *paving block*.

Tabel 4.14. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Penambahan Abu Batu (%)	Berat (kg)	$P_{Maks}$ (kN)	$P_{Maks}$ rata-rata (kN)	A (mm <sup>2</sup> )	$f'_c$ (MPa)	$f'_c$ rata-rata (Mpa)
0%	0.475	28.829	23.167	3600	8.008	6.44
	0.460	16.269		3600	4.519	
	0.495	24.403		3600	6.779	
5%	0.460	18.586	19.327	3600	5.163	5.37
	0.435	16.647		3600	4.624	
	0.440	22.748		3600	6.319	
15%	0.445	17.924	18.649	3600	4.979	5.18
	0.435	23.315		3600	6.476	
	0.495	14.708		3600	4.086	
25%	0.465	17.404	18.444	3600	4.834	5.12
	0.445	19.532		3600	5.426	
	0.490	18.397		3600	5.110	

Berdasarkan tabel 4.14 dapat disimpulkan bahwa benda uji *paving block* normal dengan rata-rata kuat tekan 6,44 Mpa, dengan penambahan abu batu 5% mengalami penurunan dengan rata-rata kuat tekan 5,37 Mpa, dengan penambahan abu batu 15% mengalami penurunan dengan rata-rata kuat tekan 5,18 MPa. Sedangkan pada penambahan abu batu 25% mengalami penurunan dengan rata-rata 5,12 MPa.

Pada penambahan abu batu 5%, 15%, dan 25% mengalami penurunan kuat tekan dari *paving block* normal, hal ini dikarenakan abu batu memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus, sehingga ketika pembuatan *paving block* dengan penambahan abu batu menyebabkan lebih banyak rongga udara dan kurang padat yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan. Kurangnya padat atau terdapat rongga disebabkan beberapa faktor, salah satunya adalah alat cetak *paving block press* manual sistem genjot yang peneliti gunakan hasil dari modifikasi yang belum teruji dimana tempat. Berdasarkan tabel 4.14 dapat dibuat grafik dari pengujian kuat tekan *paving block* setelah penambahan abu batu 0%, 5%, 15%, dan 25% dapat dilihat pada gambar 4.10.



**Gambar 4.10.** Grafik Kuat Tekan *Paving Block*

Berdasarkan hasil tabel 4.14 dan gambar 4.10, dapat dilakukan penggolongan mutu pada setiap penambahan abu batu sesuai dengan SNI 03-0691-1996, dan hasil yang didapat tidak memenuhi mutu kuat tekan *paving block*.

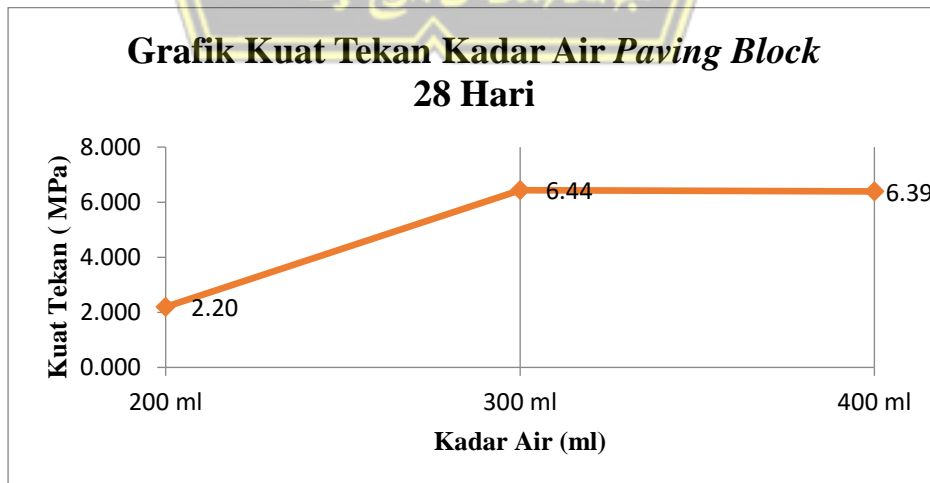
Pada Penelitian ini peneliti melakukan pengujian kadar air dengan menggunakan jumlah kadar air yang berbeda. Pengujian hanya dilakukan pada kadar air 200 ml, 300 ml, dan 400 ml, karena saat pembuatan benda uji menggunakan kadar air 100

ml *paving block* bisa dicetak namun saat dilakukan pelepasan hasilnya pecah. Sedangkan pada kadar air 500 ml *paving block* tidak dapat dikeluarkan dari cetakan karena sudah kebanyakan air. Berikut adalah hasil dari pengujian kuat tekan kadar air *paving block*.

**Tabel 4.15.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Kadar Air *Paving Block*

Kadar Air(ml)	Berat (kg)	P <sub>Maks</sub> kN	P <sub>Maks</sub> rata-rata kN	A mm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> MPa	f <sub>c</sub> rata-rata Mpa
200 ml	0.450	10.251		3600	2.848	
	0.445	5.533	7.910	3600	1.537	2.20
	0.395	7.945		3600	2.207	
300 ml	0.475	28.829		3600	8.008	
	0.460	16.269	23.167	3600	4.519	6.44
	0.495	24.403		3600	6.779	
400 ml	0.530	25.139		3600	6.983	
	0.495	14.944	23.002	3600	4.151	6.39
	0.510	28.922		3600	8.034	

Berdasarkan tabel 4.15 hasil pengujian kuat tekan kadar air menunjukkan bahwa benda uji yang menggunakan kadar air 200 ml memiliki rata-rata kuat tekan 2,20 MPa. Pada *paving block* dengan menggunakan kadar air 300 ml mengalami kenaikan dengan rata-rata kuat tekan 6.44 MPa. Sedangkan pada *paving block* dengan menggunakan kadar air 400 ml mengalami penurunan rata-rata kuat tekan 6,39 MPa. Berdasarkan tabel 4.15 dapat dibuat grafik kuat tekan kadar air *paving block*, berikut adalah grafik dari pengujian kuat tekan kadar air.



**Gambar 4.11.** Grafik Kuat Tekan Kadar Air *Paving Block*

#### 4.6. Hasil Pengujian Daya Serap Air *Paving Block*

Pada penelitian ini peneliti melakukan pengujian daya serap air *paving block* sebanyak 8 benda uji dimana setiap variasi dilakukan pengujian 2 benda uji. Benda uji direndam selama 24 jam, setelah itu dikeluarkan dan dibersihkan menggunakan kain lalu di timbang. Kemudian dimasukan oven selama 24 jam, kemudian keluarkan dari oven dan di timbang. Berikut adalah hasil pengujian daya serap air.

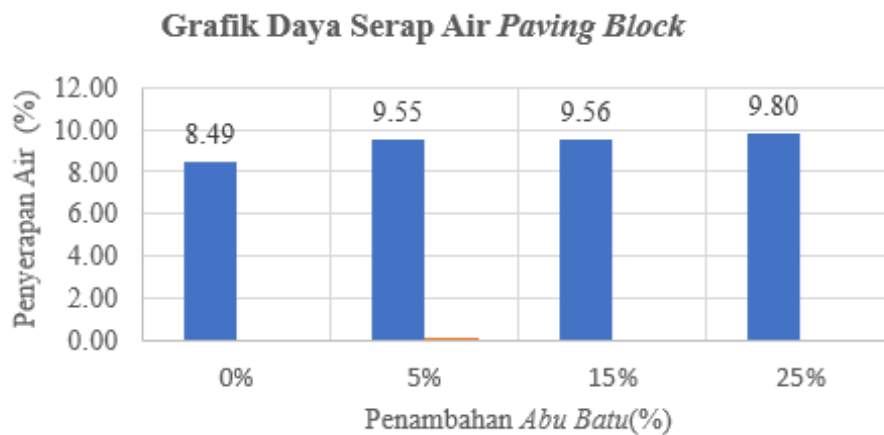
**Tabel 4.16.** Hasil Pengujian Daya Serap Air *Paving Block*

Bahan Tambah <i>Abu Batu</i>	Berat Kering	Berat Basah	Berat Air	Rata-rata
(%)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
0%	2232	2443	9.45	8.49
	2379	2558	7.52	
5%	2324	2531	8.91	9.55
	2256	2486	10.20	
15%	2280	2454	7.63	9.56
	2255	2514	11.49	
25%	2264	2509	10.82	9.80
	2318	2453	8.78	

Berdasarkan tabel 4.16 dapat disimpulkan bahwa benda uji *paving block* normal memiliki rata-rata daya serap air 8,49%, dengan penambahan abu batu 5% mengalami kenaikan dengan rata-rata daya serap air 9,55%, dengan penambahan abu batu 15% mengalami kenaikan dengan rata-rata daya serap air 9,56%. Sedangkan *paving block* dengan penambahan abu batu 25% mengalami kenaikan dengan rata-rata daya serap air 9,80%.

Pada penambahan abu batu 5%, 15%, dan 25% mengalami kenaikan daya serap air dari *paving block* normal, hal ini disebabkan abu batu memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus, sehingga dalam pembuatan *paving block* dengan penambahan abu batu menyebabkan lebih banyak rongga udara dan kurang padat karena kadar air yang sudah diserap oleh bahan pembuatan *paving block* saat pencampuran yang menyebabkan *paving block* ketika dilakukan penambahan abu batu menyerap lebih banyak air daripada *paving block* normal. Berdasarkan tabel 4.16 dapat dibuat grafik pengujian daya serap air *paving block*.





**Gambar 4.12.** Grafik Daya Serap Air *Paving Block*

Berdasarkan hasil tabel 4.16 dan gambar 4.11, dapat dilakukan penggolongan mutu pada setiap penambahan variasi abu batu. Berikut adalah penggolongan mutu dari hasil pengujian daya serap air *paving block*.

**Tabel 4.17.** Penggolongan Mutu Daya Serap Air *Paving Block*

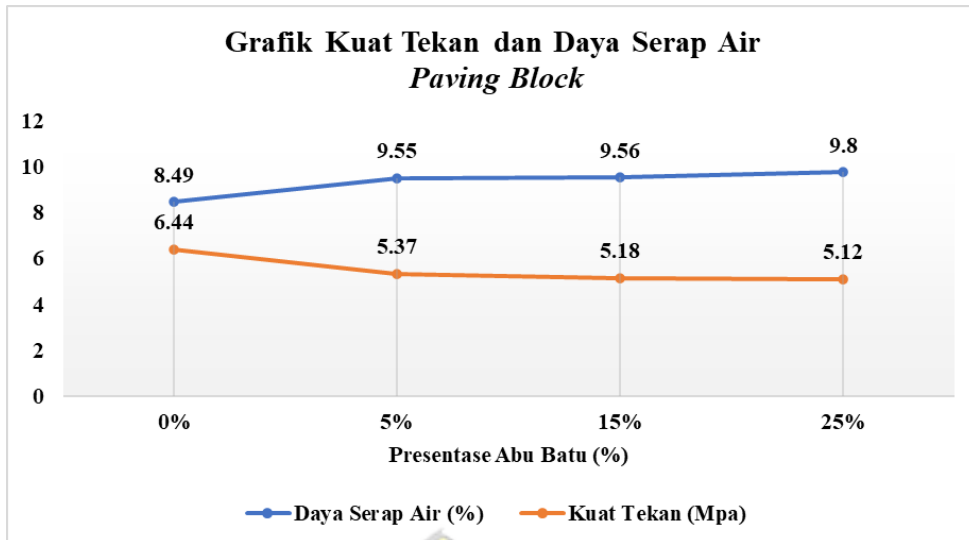
No.	Abu Batu	Rata-Rata Daya Serap Air	Mutu	Kegunaan
1	0%	8,49	D	Taman dan pengguna lain
2	5%	9,55	D	Taman dan pengguna lain
3	15%	9,56	D	Taman dan pengguna lain
4	25%	9,80	D	Taman dan pengguna lain

#### 4.7. Rekapitulasi Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air

Berdasarkan uji yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

**Tabel 4.17.** Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving Block*

Penambahan Abu Batu (%)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata Penyerapan Air (%)
0%	6.44	8.49
5%	5.37	9.55
15%	5.18	9.56
25%	5.12	9.8



**Gambar 4.13.** Grafik Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving Block*



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada pembuatan *paving block* dengan menggunakan alat cetak *press* manual sistem genjot yang telah dimodifikasi dan menggunakan bahan tambah abu batu sebesar 0%, 5%, 15%, 25% untuk mengganti sebagian pasir dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

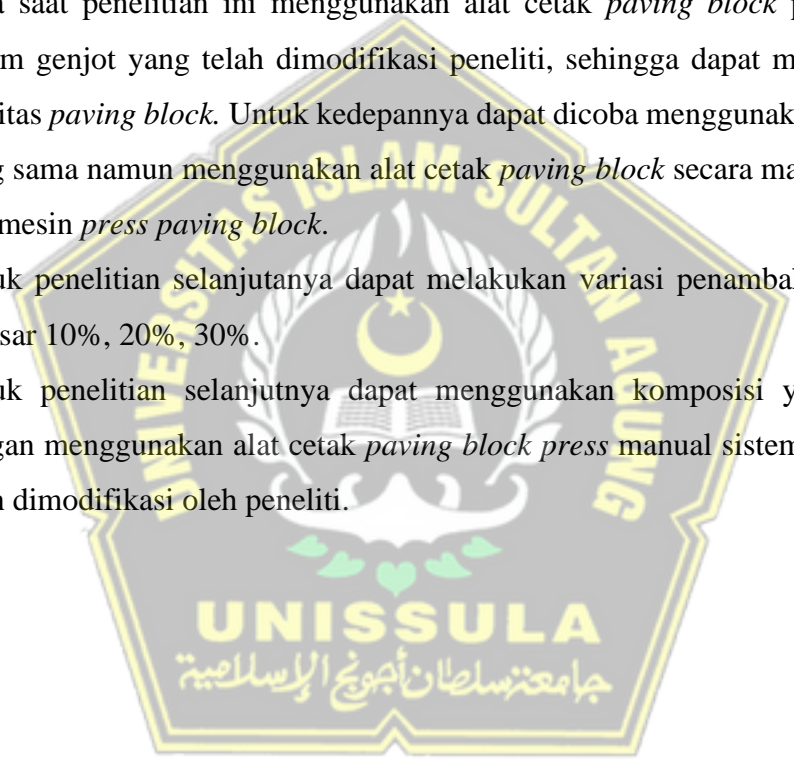
1. Pada pengujian kadar air, peneliti menggunakan kadar jumlah air 300 ml dengan komposisi 1 pc : 6 ps untuk pembuatan *paving block*, karena hasil kadar air 300 ml saat digenggam dibentuk bola dan dijatuhkan dari ketinggian kurang lebih 1 meter hanya retak dan pecah sedikit. Setelah itu dibuat *paving block* dengan komposisi penambahan abu batu. Pada pengujian kuat tekan *paving block* normal dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 6,44 MPa dan untuk *paving block* dengan penambahan abu batu 5%, 15%, 25% dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan yaitu 5,37 MPa, 5,18 MPa, 5,12 MPa. Pada penambahan abu batu 5%, 15%, dan 25% mengalami penurunan kuat tekan dari *paving block* normal, hal ini disebabkan karena abu batu memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus, sehingga ketika pembuatan *paving block* dengan penambahan abu batu menyebabkan lebih banyak rongga udara dan kurang padat yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan. Sehingga nilai kuat tekan *paving block* normal lebih besar dari *paving block* dengan penambahan abu batu.
2. Pada pengujian daya serap air *paving block* normal dihasilkan nilai rata-rata daya serap air sebesar 8,49% dan untuk *paving block* dengan penambahan abu batu 5%, 15%, 25% dihasilkan nilai rata-rata daya serap air yaitu 9,55%, 9,56%, 9,80%. Pada penambahan abu batu 5%, 15%, dan 25% mengalami kenaikan daya serap air dari *paving block* normal, hal ini disebabkan abu batu memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus, sehingga dalam pembuatan *paving block* dengan penambahan abu batu menyebabkan lebih banyak rongga udara dan kurang padat karena kadar air yang sudah diserap oleh bahan pembuatan *paving block* saat pencampuran yang

menyebabkan *paving block* ketika dilakukan penambahan abu batu menyerap lebih banyak air daripada *paving block* normal. Sehingga nilai rata-rata daya serap air *paving block* normal lebih kecil dari *paving block* penambahan abu batu dan tergolong mutu D yang kegunaannya sebagai taman dan pengguna lain.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti dapat menilai apa yang kurang dan apa yang perlu diperbaiki untuk memberikan rekomendasi penelitian lebih lanjut, dan kemudian memberikan rekomendasi sebagai berikut.

1. Pada saat penelitian ini menggunakan alat cetak *paving block* press manual sistem genjot yang telah dimodifikasi peneliti, sehingga dapat mempengaruhi kualitas *paving block*. Untuk kedepannya dapat dicoba menggunakan komposisi yang sama namun menggunakan alat cetak *paving block* secara manual ataupun alat mesin *press paving block*.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan variasi penambahan abu batu sebesar 10%, 20%, 30%.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan komposisi yang berbeda dengan menggunakan alat cetak *paving block press* manual sistem genjot yang telah dimodifikasi oleh peneliti.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. (2014). *PENGARUH PENAMBAHAN BERBAGAI JENIS SERAT PADA KUAT TEKAN PAVING BLOCK* (Vol. 10, Issue 1).
- Aji, A. R. (2022). *PENGARUH PENGGUNAAN ABU BATU SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN PASIR TERHADAP KUAT TEKAN, KETAHANAN AUS, DAN PENYERAPAN AIR PADA PAVING BLOCK*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Fajri, Y., Syech, R., & Fisika, S. J. (2016). *PENENTUAN KUALITAS PAVING BLOCK BERDASARKAN SIFAT FISIS VARIASI CAMPURAN PASIR DAN SEMEN*.
- Mudiyono, R., & Tsani, N. S. (2019). *Analisis Bahu Jalan Menggunakan Perkerasan Paving Block*.
- Mulyati, M. (2023). *PENGGUNAAN ABU BATU DAN SPLIT DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK*. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.21063/jtv.2023.1.1.1>
- PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA. (2004). *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tentang Jalan*
- Raswitaningrum, T. R., Fajar, R., & Setiawan, A. (2019). *Pengaruh Abu Batu Terhadap Kuat Tekan Beton Pasca Pembakaran* (Vol. 16).
- Nasional, B. S. (1996). *Bata Beton (Paving Block)*. SNI 03-0691-1996.
- Nasional, B. S. (2008). *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 1970:2008.
- Nasional, B. S. (2004). *Semen Portland*. SNI 15-2049-2004.
- Nasional, B. S. (2002). *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen*. SNI 03-6820-2002.
- Nugroho, D. S. (2020). *PEMANFAATAN ABU BATU DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK DENGAN METODE TEKANAN*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- <https://www.lawangindahbeton.com/ukuran-paving-block/> diakses pada Senin, 27 Maret 2023.