

TUGAS AKHIR

ANALISIS *JOINTING* PADA PERKERASAN *PAVING BLOCK* UNTUK MENGATASI AMBLESAN DAN SERAPAN AIR

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



Disusun Oleh :

**Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209**

**Zhahra Larasati
NIM : 30201900217**

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS JOINTING PADA PERKERASAN
PAVING BLOCK UNTUK MENGATASI
AMBLESAN DAN SERAPAN AIR



Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209



Zhahra Larasati
NIM : 30201900217

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 25 Januari 2023

Tim Penguji

1. **Ir. H. Rachmat Mudiyo., MT., P.hD.**
NIDN: 0605016802
2. **Lisa Fitriyana., ST., M.Eng**
NIDN: 0631128901
3. **Juny Andry Sulistyo., ST., MT**
NIK: 210222097

Tanda Tangan

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: 05/A.2/SA-T/IX/2022

Pada hari ini tanggal 7 Desember 2022 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudiyo., MT., P.hD.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Lisa Fitriyana., ST., M.Eng
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209

Zhahra Larasati
NIM : 30201900217

Judul : Analisis *Jointing* Pada Perkerasan *Paving Block* Untuk Mengatasi Amblesan Dan Serapan Air

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	16/09/2022	ACC
2	Seminar Proposal	14/10/2022	
3	Pengumpulan data	31/10/2022	
4	Analisis data	14/11/2022	
5	Penyusunan laporan	28/11/2022	
6	Selesai laporan	8/12/2022	ACC

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

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Ir. H. Rachmat Mudiyo., MT.,P.hD

Lisa Fitriyana., ST., M.Eng

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209

2. NAMA : Zhahra Larasati
NIM : 30201900217

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

Analisis Jointing pada Perkerasan *Paving Block* untuk Mengatasi Amblesan dan Serapan Air

benar bebas dari 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, 8 Desember 2022
Yang membuat pernyataan,

Mahasiswa I



Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209

Mahasiswa II



Zhahra Larasati
NIM : 30201900217

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

3. NAMA : Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209

4. NAMA : Zhahra Larasati
NIM : 30201900217

JUDUL TUGAS AKHIR : Analisis *Jointing* pada Perkerasan *Paving Block*
untuk Mengatasi Amblesan dan Serapan Air

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, 8 Desember 2022
Yang membuat pernyataan,

Mahasiswa I



Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209

Mahasiswa II



Zhahra Larasati
NIM : 30201900217

MOTTO

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

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik” (QS. Ali Imran Ayat 110)

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

“Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberimu pendengaran, penglihatan, dan hati nurani, agar kamu bersyukur” (QS. An-Nahl Ayat 78)

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

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

تَعَلَّمُوا أَوْ عَلِّمُوا أَوْ تَوَاضَعُوا لِمُعَلِّمِكُمْ وَلِيَلَّوْا لِمُعَلِّمِكُمْ

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

مَنْ خَرَجَ جُفِطًا لِبَابِ الْعِلْمِ فَهُوَ فِي سَبِيلِ اللَّهِ حَتَّى يَرْجِعَ

"Barangsiapa yang keluar untuk menuntut ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang," (HR Tirmidzi)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua yang saya cintai Ibu Masimih dan Bapak Makhpud yang selalu memberikan kasih sayang, doa, biaya, dukungan, dan arahan yang menjadi peneguh hati dalam menyelesaikan Tugas Akhir .
2. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph. D dan Ibu Lisa Fitriyana., ST., M.Eng yang telah membimbing kami sepenuh hati dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Saudara Zhahra Larasati rekan Tugas Akhir, rekan seperjuangan sejak awal menjadi maba di Unissula, yang sudah berjuang bersama melewati segala rintangan hingga titik akhir perjuangan mendapatkan gelar Sarjana Teknik, dan saudara seiman.
4. Kepada seluruh laboran jalan raya fakultas teknik yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian.
5. Untuk sahabat Saya yaitu Salsa, Sema, Rama, Ripan *and the gang*, dan Umi Salsa yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman angkatan 2019, 2018, dan 2020 Fakultas Teknik Unissula yang selalu menghibur, memberikan dukungan serta semangat selama penyelesaian Tugas Akhir.
7. Kepada diri Saya sendiri, Uppie Siti Rupiah yang sudah berjuang melewati banyak rintangan, kesedihan, perjuangan untuk sampai di posisi ini yang semoga selalu menjadi pribadi yang sabar dan ikhlas.

Uppie Siti Rupiah
NIM : 30201900209

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua yang saya cintai Ibu Siti Mariyatun dan Bapak Singgih Budi Prasajo yang selalu memberikan kasih sayang, doa, biaya dan semangat yang selalu ada dalam menyelesaikan Tugas Akhir .
2. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph. D dan ibu Lisa Fitriyana., ST., M.Eng yang telah membimbing kami sepenuh hati dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Saudara Uppie Siti Rupiah rekan Tugas Akhir, rekan seperjuangan sejak awal menjadi maba di Unissula, dan saudara seiman.
4. Kepada seluruh laboran jalan raya fakultas teknik yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian.
5. Untuk sahabat saya Rafathar , grub Blurry, Wacana Forever, dan Kos Tiara yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman angkatan 2019 Fakultas Teknik Unissula yang selalu menghibur, memberikan dukungan serta semangat selama penyelesaian Tugas Akhir.

Zahra Larasati
NIM : 30201900217

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis *Jointing* Pada Perkerasan *Paving Block* Untuk Mengatasi Amblesan Dan Serapan Air ” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST.,M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dorongan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Lisa Fitriyana., ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, 7 Desember, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Keaslian Tugas Akhir.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1. Jenis – Jenis Perkerasan Jalan.....	4
2.1.1. Perkerasan Jalan Aspal (<i>Flexible Pavemen / Asphalt</i>).....	4
2.1.1.1 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>).....	4
2.1.1.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	6
2.1.2. Perkerasan Jalan <i>Paving Block (Block Pavement)</i>	6
2.2. <i>Paving Block</i>	7
2.2.1. Bahan Penyusun <i>Paving Block</i>	7
2.2.2. Jenis – Jenis <i>Paving Block</i>	8
2.2.3. Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	9
2.2.3.1. <i>Subgrade</i>	9
2.2.3.2. Lapisan <i>Sub-base</i>	10
2.2.3.3. <i>Jointing</i> dan <i>Bedding Sand</i>	10
2.2.3.4. <i>Paver</i>	10
2.2.4. Ketebalan <i>Paving</i>	10
2.3. Pola Penyusunan	11
2.3.1. Bentuk <i>Paving Block</i>	11
2.3.2. Dimensi <i>Paving Block</i>	14
2.4. Jarak Sambungan (<i>Jointing Widht</i>)	15
2.5. Pembuatan <i>Paving Block</i>	15
2.5.1. Metode Konvensional	15
2.5.2. Metode Mekanis	15
2.6. Tanah Urug	15
2.6.1. Kriteria Tanah Urug	16

2.7. Tanah Lempung	16
2.7.1. Sifat – Sifat Tanah Lempung	17
2.8. Abu Kapur	17
2.8. Rumus Perhitungan	17
 BAB III METODOLOGI.....	19
3.1. Tahapan Penelitian.....	19
3.1.1. Tahap Identifikasi.....	19
3.1.2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	19
3.1.3. Tahap Hasil dan Kesimpulan	19
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	19
3.2.1. Data Primer	20
3.2.2. Data Sekunder	20
3.2.3. Alat Uji Penelitian.....	20
3.2.4. Bahan Uji Penelitian	23
3.2.5. Langkah – Langkah Penelitian.....	26
3.2.6. Desain Simulasi Alat Uji.....	33
3.3. Metode Pengumpulan Data	36
3.4. Metode Analisis Data.....	36
3.5. Bagan Alur Penelitian	37
3.6. Jadwal Pelaksanaan.....	38
 BAB IV ANALISIS DAN HASIL.....	39
4.1. Uji Resapan Air pada <i>Paving Block</i>	39
4.1.1. Resapan Air.....	39
4.1.2. Resapan Air Menggunakan <i>Jointing</i> (3 mm) Pasir dan Abu Kapur	40
4.1.3. Resapan Air Menggunakan <i>Jointing</i> (3 mm) Pasir dan Lempung.....	41
4.1.4. Resapan Air Menggunakan <i>Jointing</i> (3 mm) Tanah Urug.....	43
4.2. Uji Amblesan (<i>Push In Test</i>).....	44
4.2.1. Menggunakan <i>Jointing</i> (3 mm) Pasir.....	45
4.2.2. Tanpa <i>Jointing</i>	46
4.3. Efisiensi Variasi <i>Jointing</i> (3 mm) dalam Menerima Beban dan Menyerap Air	48
 BAB V PENUTUP.....	51
5.1. Kesimpulan	51
4.2. Saran.....	52
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

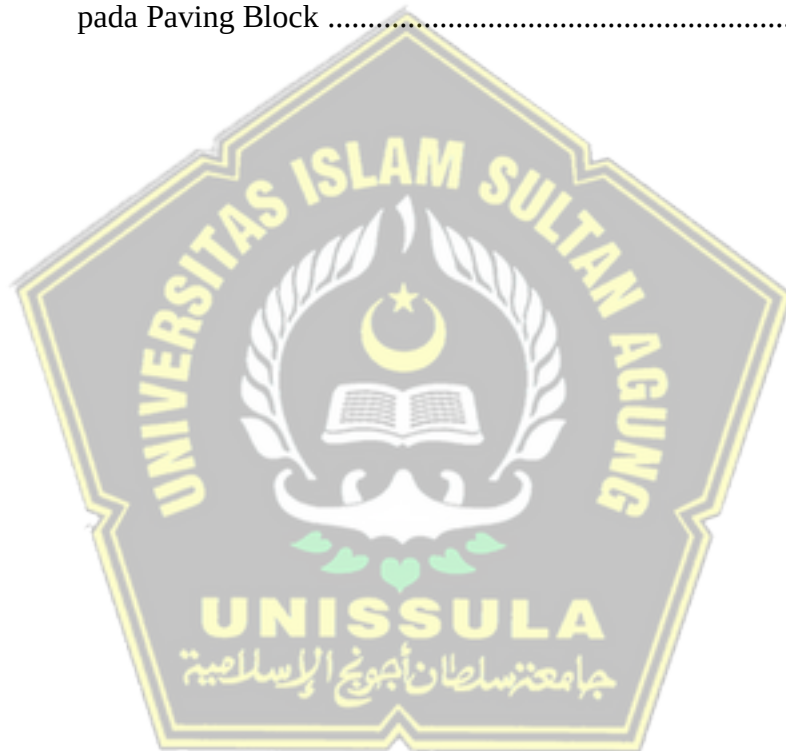
Tabel 3.1. Spesifikasi bahan <i>jointing</i> (3 mm)	24
Tabel 3.2. <i>Time Schedule</i> Penelitian	39
Tabel 4.1. Hasil Uji Resapan Air	39
Tabel 4.2. Spesifikasi <i>Paving Block</i> pada Uji Amblesan.....	45
Tabel 4.3. Hasil Penurunan <i>Paving Block</i> Menggunakan Persamaan 1 untuk 1 <i>Paving</i> Menggunakan <i>Jointing</i> Pasir	46
Tabel 4.4. Hasil Penurunan <i>Paving Block</i> Menggunakan Persamaan 1 untuk 1 <i>Paving</i> Tanpa <i>Jointing</i>	47
Tabel 4.5. Hasil Penurunan <i>Paving Block</i> pada Kedua Kondisi	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	9
Gambar 2.2. Gambar Jenis – Jenis Penataan <i>Paving Block</i>	11
Gambar 2.3. Gambar <i>Paving Block</i> Bentuk Persegi Panjang	12
Gambar 2.4. Gambar <i>Paving Block Unipave</i>	12
Gambar 2.5. Gambar <i>Paving Block</i> Segi Enam	13
Gambar 2.6. Gambar <i>Paving Block Thrihex</i>	13
Gambar 2.7. Gambar <i>Paving Block</i> Persegi.....	13
Gambar 2.8. Gambar <i>Paving Block</i> Topi Uskup.....	14
Gambar 2.9. Gambar Tanah Urug.....	16
Gambar 2.10. Gambar Tanah Lempung.....	17
Gambar 2.11. Gambar Abu Kapur	17
Gambar 3.1. Gambar Box Besi 75x75x60 cm	20
Gambar 3.2. Gambar Alat ukur meteran.....	20
Gambar 3.3. Gambar Penggaris	21
Gambar 3.4. Gambar Tali raffia.....	21
Gambar 3.5. Gambar Cetok bangunan.....	21
Gambar 3.6. Gambar Dongkrak, manometer, dan <i>hydraulic jack</i>	21
Gambar 3.7. Gambar Timbangan.....	22
Gambar 3.8. Gambar Kalkulator.....	22
Gambar 3.9. Gambar Alat tulis	22
Gambar 3.10. Gambar Alat penyiram tanaman	23
Gambar 3.11. Gambar <i>Paving block</i> bentuk <i>Holland</i>	23
Gambar 3.12. Gambar Tanah <i>base course</i>	23
Gambar 3.13. Gambar Pasir	24
Gambar 3.14. Gambar Tanah lempung.....	24
Gambar 3.15. Gambar Abu kapur	24
Gambar 3.16. Gambar Tanah urug.....	25
Gambar 3.17. Gambar Air.....	26
Gambar 3.18. Gambar Box besi berukuran 75x75x60 cm.....	26
Gambar 3.19. Gambar Pemasangan <i>Paving Block</i> Berukuran 20 x 10 x 6 cm...	27
Gambar 3.20. Gambar Mengisi <i>jointing</i> dengan pasir	27
Gambar 3.21. Gambar Menghitung Ketinggian Awal <i>Paving</i>	28
Gambar 3.22. Gambar Uji pembebanan verikal.....	28
Gambar 3.23. Gambar Pengukuran setelah dilakukan uji pembebanan vertical.	28
Gambar 3.24. Pengukuran Untuk Mencari Luasan Bidang Ban Mobil Yang Berada Di Atas <i>Paving Block</i> Pada Keadaan Rill.....	29
Gambar 3.25. Gambar Box Kaca 75 X 75 Cm	30
Gambar 3.26. Gambar Penghamparan Pasir Dengan Ketebalan 5 Cm Dengan Kemiringan Sebesar 2%	30
Gambar 3.27. Gambar Pemasangan <i>Paving Block</i>	31
Gambar 3.28. Gambar Pengisian <i>Jointing</i> Dengan Pasir Dengan Abu Kapur, Pasir Dan Lempung, Kemudian Tanah Urug.....	31
Gambar 3.29. Gambar Penghamparan Air Dengan Presentase 5, 10, 15 Dan 20 Liter Secara Bertahap.....	31

Gambar 3.30. Gambar Hasil Air Yang Terserap Dengan Gelas Ukur	32
Gambar 3.31. Gambar Persiapan Bahan Uji	32
Gambar 3.32. Gambar Perendaman <i>Paving Block</i>	32
Gambar 3.33. Gambar Eksperimen Tekan Tampak <i>Isometric</i>	33
Gambar 3.34. Gambar Eksperimen Serapan Air Tampak <i>Isometric</i>	33
Gambar 3.35. Gambar Eksperimen Serapan Air Tampak Samping	35
Gambar 3.36. Gambar Langkah – Langkah Analisis <i>Joint Widht</i> Padaperkerasan <i>Paving Block</i> Untuk Mengatasi Amblesan Dan Serapan Air.....	35
Gambar 3.37. Gambar Bagan Alur Penelitian	37
Gambar 4.1. Grafik Uji Resapan Air pada <i>Paving Block</i>	40
Gambar 4.2. Grafik Resapan Air <i>Jointing</i> (3 mm) Pasir dan Abu Kapur	41
Gambar 4.3. Grafik Resapan Air <i>Jointing</i> (3 mm) Pasir dan Lempung	42
Gambar 4.4. Grafik Resapan Air <i>Jointing</i> (3 mm) Tanah Urug	43
Gambar 4.5. Grafik Uji Rembesan Variasi <i>Jointing</i> (3 mm) pada <i>Paving Block</i>	48



ANALISIS *JOINTING* PADA PERKERASAN *PAVING BLOCK* UNTUK MENGATASI AMBLESAN DAN SERAPAN AIR

Abstrak

Pada perkerasan paving block, terdapat *jointing* sebagai celah di antara *block* satu dengan *block* lainnya dimana diisi dengan pasir. Kekosongan atau celah tersebut perlu di isi dengan pasir dengan cara mengisinya dari permukaan. Pada kenyataannya, akibat dari material *jointing* yang digunakan sangat memengaruhi kapasitas paving block dalam menerima beban dan kemampuan menyerap air (infiltrasi). Material dari *jointing* itu sendiri umumnya menggunakan pasir sebagai salah satu jenis tanah berongga yang dapat menyerap air dengan cepat. Namun, di beberapa daerah ternyata penggunaan pasir saja belum cukup untuk mengatasi penyerapan air dan pengakomodasian air dengan baik.

Pada penelitian kali ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan tiga tahapan penelitian. Tahap pertama yaitu tahap identifikasi berisikan penjelasan latar belakang dan rumusan masalah. Tahap kedua yaitu tahap pengumpulan dan pengolahan data dengan melakukan eksperimen dengan menggunakan sampel *paving block* ukuran 20x10x6 cm dan alat uji berupa box kaca untuk menguji resapan air dan *hydraulic jack* untuk menguji gaya vertikal (amblesan). Tahap ketiga yaitu tahap hasil dan kesimpulan.

Hasil dari penelitian ini yaitu penggunaan *jointing* sangat berpengaruh pada struktur perkerasan *paving block* dalam menerima dan menahan beban di atasnya. Pada variasi penggunaan bahan *jointing* (3 mm) berupa campuran pasir dan tanah lempung sebagai pengganti pasir memiliki kemampuan penyerapan air yang paling lama yaitu 1,75 liter dari total 20 liter air yang diberikan selama 40 menit sehingga tepat sebagai pengganti pasir pada *jointing* pada perkerasan *paving block* dalam mengatasi amblesan dan serapan air karena air yang ada dialokasikan ke drainase terdekat sehingga tidak merusak struktural *paving block*. Oleh karena itu, semakin rendah resapan yang dihasilkan maka akan semakin sedikit amblesan yang terjadi pada perkerasan *paving block*.

Kata Kunci: *Paving block; Jointing; Amblesan; dan Resapan Air.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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 atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, dan jalan kabel (UUD, 1945). Sementara itu, pengertian *paving block* sendiri dapat di definisikan suatu inovasi pada perkerasan jalan yang digunakan pada area jalan tertentu seperti jalan perkotaan yang memiliki arus lalu lintas rendah, pada perumahan, lahan parkir, area perkantoran, dan sebagainya (Rajasya & Yanto, 2022).

Pada perkerasan *paving block*, terdapat *jointing* sebagai celah di antara *block* satu dengan *block* lainnya dimana diisi dengan pasir. Kekosongan atau celah tersebut perlu di isi dengan pasir dengan cara mengisinya dari permukaan. Hal tersebut dilakukan agar jarak antara block saling mengunci sehingga tidak terjadi pergeseran. *Jointing Width* yang optimum yaitu antara 3-5 mm. Apabila jarak berlebih maka akan mengurangi kekuatan struktur dan block mudah bergeser. Dan apabila terlalu kecil maka air dapat mengalir melalui celah sambungan (Tsani & Mudiyono, 2019).

Pada kenyataannya, akibat dari material *jointing* yang digunakan sangat memengaruhi kapasitas *paving block* dalam menerima beban dan kemampuan menyerap air (infiltrasi). Material dari *jointing* itu sendiri umumnya menggunakan pasir sebagai salah satu jenis tanah berongga yang dapat menyerap air dengan cepat. Namun, di beberapa daerah ternyata penggunaan pasir saja belum cukup untuk mengatasi penyerapan air dan pengakomodasian air dengan baik. Sehingga dari adanya beban dan penyerapan air yang kurang baik mengakibatkan perkerasan *paving block* mengalami kerusakan dan perubahan elevasi (amblesan).

Pada penelitian Tugas Akhir kali ini, untuk dapat mengurai perubahan elevasi (amblesan) yang terjadi pada perkerasan *paving block* digunakan bahan lain untuk dijadikan campuran pada *jointing*. Campuran tersebut diantaranya yaitu lempung,

abu kapur, dan tanah urug. Tiga bahan campuran tersebut dipilih berdasarkan sifat mekanis dari bahan tersebut dan ketersediaan serta kemudahan bahan untuk didapatkan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian Tugas Akhir ini berfokus pada **Analisis Jointing pada Perkerasan Paving Block untuk Mengatasi Amblesan dan Serapan Air**. Hal ini ditinjau untuk mengetahui apakah terdapat material lain pengganti pasir pada *jointing* untuk perkerasan *paving block*.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- Bagaimana penyerapan air yang terjadi ketika *jointing* diganti dengan campuran pasir dan abu kapur, pasir dan lempung, dan tanah urug saja?
- Bagaimana amblesan yang terjadi ketika *jointing* menggunakan pasir dan tanpa pasir?
- Bagaimana perbandingan efisiensi dari ketiga kondisi tersebut pada perkerasan *paving block* dalam menerima beban dan menyerap air?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- Untuk mengetahui penyerapan air yang terjadi ketika *jointing* diganti dengan campuran pasir dan abu kapur, pasir dan lempung, dan tanah urug saja.
- Untuk mengetahui amblesan yang terjadi ketika *jointing* menggunakan pasir dan tanpa pasir.
- Untuk mengetahui perbandingan efisiensi dari ketiga kondisi tersebut pada perkerasan *paving block* dalam menerima beban dan menyerap air.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- Agar penelitian ini dapat terarah dan tidak meluas, maka dalam pemilihan bahan campuran hanya menggunakan 3 (tiga) bahan tersebut.
- Kuat tekan *paving block* yang digunakan yaitu K-250.
- Ukuran *paving block* yang digunakan 20 x 10 x 6 cm.

- d. Presentase air yang digunakan yaitu 5, 10, 15 dan 20 liter.
- e. Tidak memperhatikan rencana anggaran biaya.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah manfaat penelitian terhadap perkerasan *paving block*

- a. Memberi perhatian terhadap pihak berwenang dan masyarakat umum agar memilih pengganti bahan *jointing* dalam perkerasan *paving block*.
- b. Memberi informasi terakit kekurangan dan kelebihan dari bahan campuran yang digunakan untuk *jointing* pada perkerasan *paving block*.
- c. Penelitian ini dapat menunjang pengetahuan informasi mengenai *paving block* dibidang perkerasan jalan.

1.6. Keaslian Tugas Akhir

Pada penelitian Tugas Akhir kali ini dengan judul **Analisis *Jointing* pada Perkerasan *Paving Block* untuk Mengatasi Amblesan dan Serapan Air**, peneliti meyakini bahwa belum ada penelitian serupa yang dilakukan oleh peneliti lainnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jenis – Jenis Perkerasan Jalan

Sebuah konstruksi yang direncanakan untuk membuat jalanan menjadi keras, tebal, stabil dan kuat menggunakan lapisan komponen tertentu supaya bisa dilalui kendaraan dengan aman disebut dengan perkerasan jalan. Letak lapisan perkerasan jalan ini berada diantara roda kendaraan dengan tanah dasar yang fungsinya membuat pengendara merasa nyaman, aman dan memudahkan transportasi.

2.1.1. Perkerasan Jalan Aspal (*Flexible Pavement/Asphalt*)

Jenis perkerasan jalan dengan menggunakan materi campuran yakni lapisan bawah menggunakan materi berbutir sedangkan lapisan atasnya menggunakan materi campuran aspal disebut dengan konstruksi *flexibel pavement* (perkerasan lentur). Model konstruksi *flexibel pavement* memberikan rasa nyaman bagi pengendara yang melintasi jalan tersebut. Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan supaya terbentuk keoptimalan dalam konstruksi diantaranya memperhatikan syarat teknis dan tata laksana, material apa saja yang dibutuhkan, keadaan lingkungan tersebut dan anggaran yang dikeluarkan. Komponen yang diperlukan dalam konstruksi *flexibel pavement* diantaranya komponen yang berperan untuk mengikat yaitu aspal dan komponen pokok yakni agregat. Berdasarkan penjelasan (Rajasya & Yanto, 2022) untuk menghasilkan aspal dengan kualitas yang diinginkan diperlukan pengaturan suhu yang tepat dalam mencampur material penyusun beton aspal.

2.1.1.1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) terdiri atas:

Terdapat tiga lapisan dalam perkerasan jalan diantaranya lapisan *subgrade*, lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Beberapa jenis bahan yang dibutuhkan dalam perkerasan *flexibel pavement* yakni batu, dan material pengikat yakni tanah liat atau aspal.

Komponen yang dibutuhkan dalam *flexibel pavement* :

a. Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Bagian tanah yang akan diletakkan material perkerasan pertama kali disebut dengan tanah dasar. Sebutan lain dari tanah dasar yakni permukaan tanah timbunan, galian atau permukaan tanah semula. Karakteristik tanah dasar akan mempunyai pengaruh besar terhadap keawetan maupun kekuatan konstruksi. Permasalahan yang berkaitan erat dengan tanah dasar diantaranya yakni :

- Karakteristik tanah yang kurang mendukung, baik itu tingkat kerataannya, kondisi tanah yang tidak pasti dan lainnya.
- Kandungan air dalam tanah yang mempengaruhi pengembangan dan penyusutan tanah.
- Jika dilalui beban lalu lintas berlebih, tanah akan mengalami deformasi permanen atau berubah bentuk tetap.

b. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Jenis lapisan perkerasan jalan yang posisinya berada diantara tanah dasar dengan pondasi disebut dengan lapisan pondasi bawah. Kegunaan lapisan pondasi bawah diantaranya :

- Lapisan utama dalam perkerasan jalan untuk memperkuat lapisan berikutnya.
- Sebagai bentuk pencegahan masuknya tanah dasar kedalam lapisan pondasi.
- Supaya anggaran yang dikeluarkan tidak membengkak dengan tingkat konstruksi yang bagus atau bisa dikatakan efisiensi anggaran dengan material yang relatif ekonomis.
- Supaya beban roda tersebar dan sebagai pendukung lapisan konstruksi berikutnya.

c. Lapis Pondasi (*Base Course*)

Jenis lapisan perkerasan jalan yang posisinya berada diantara tanah dasar jika tidak disertai pondasi bawah dengan lapisan permukaan disebut dengan lapisan pondasi. Kegunaan lapisan pondasi diantaranya :

- Sebagai dasar sebelum diletakkan lapisan permukaan
- Sebagai lapisan perkerasan yang berperan utama dalam menahan beban roda.

d. Lapis Permukaan (*surface course*)

Jenis lapisan perkerasan jalan yang terletak paling atas disebut dengan lapisan permukaan. Berdasarkan penjelasan (Pattipeilohy et al., 2019) kegunaan lapisan permukaan diantaranya :

- Sebagai (*wearing course*) atau lapisan aus.
- Menjaga kondisi badan jalan agar tidak rusak karena perubahan temperatur.
- Sebagai lapisan perkerasan yang dapat menopang beban roda.

2.1.1.2. Perkerasan Kaku (*Rigid pavement*)

Model perkerasan jalan dengan memanfaatkan material semen sebagai pengikat agregat disebut dengan perkerasan kaku. Model perkerasan ini tidak menyebabkan permukaan jalan mengalami perubahan bentuk karena beban maksimal dari kendaraan. Sehingga model perkerasan ini sering juga dikenal dengan pelat beton. Maka dari itu, diperlukan penganalisaan dan perhitungan yang matang pada konstruksi tulangan maupun tebal perkerasan agar dapat bertahan lama dan terhindar dari defleksi. Pengimplementasian model perkerasan kaku banyak dikawasan industri yang dilalui kendaraan dengan beban berat. Berdasarkan penjelasan (Swardana et al., 2022) tingkat kenyamanan perkerasan kaku kalah banding dengan perkerasan lentur tetapi lebih unggul dalam segi ketahanan.

2.1.2. Perkerasan Jalan *Paving Block* (*Block Pavement*)

Berdasarkan penjelasan (Indonesia, 1998) bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* yang berkualitas yakni dengan mencampurkan agregat, air, dan semen *portland* atau material perekat hidrolis lainnya. *Paving block* banyak diimplementasikan pada halte, taman, tempat parkir, trotoar, dinding pencegah erosi, dinding untuk melindungi lereng, dinding untuk menahan tanah dan lainnya. Sebelum diimplementasikan *paving block* terlebih dahulu melalui tahap uji kualitas dan performa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Tsani & Mudiyo, 2019) *paving block* menunjukkan performa yang baik meskipun dilalui truk maupun bus.

Keunggulan dari *paving block* selain mempunyai performa yang bagus, juga mempunyai nilai estetika yang tinggi karena berbentuk unik (bisa segiempat

maupun segi lainnya) dan mempunyai warna yang bermacam-macam sesuai dengan keinginan pemasangnya. Pemasangan *paving block* biasanya di luar bangunan yang permukaannya tidak cacat ataupun mengalami keretakan.

Kelebihan menggunakan *paving block* diantaranya :

- Mudah melakukan perbaikan jika terjadi kerusakan tanpa membutuhkan material tambahan dikarenakan mempunyai sifat *reuse*.
- Mudah dalam pemeliharaan.
- Tidak ada kesulitan dalam pemasangannya.

Kekurangan *paving block* menurut pemaparan (Rajasya & Yanto,2022) diantaranya :

- Tingkat kenyamanannya rendah bagi pengendara berkecepatan tinggi maka cocoknya diimplementasikan di daerah pemukiman padat penduduk.
- Apabila pondasinya tidak kuat rentan bergelombang.

2.2. Paving Block

Terdapat indikator yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *paving block* agar berkualitas yaitu disesuaikan dengan syarat SNI 03-0691-1996, yang meliputi :

- a. Sifat Fisik
- b. Penyetakan *paving block* baik ukuran maupun bentuk disesuaikan dengan permintaan konsumen atau dari produsen sendiri dan teknik pemasangan *paving block* sama dengan lantai.
- c. Sifat Tampak.

2.2.1 Bahan Penyusun Paving Block

Beberapa bahan yang dibutuhkan dalam penyusunan *paving block* diantaranya yakni :

- a. Agregat

Didefinisikan sebagai material granular yang meliputi kerak tunggu besi, krikil batu pecah dan pasir, dimana hal ini dijelaskan pada SK.SNI TI5199103. Agregat perlu dicampurkan komponen tambahan agar bisa terbentuk adukan ataupun beton semen hidrolis.

b. Air

Kegunaan air diantaranya memudahkan dalam pembuatan beton, membasahi agregat dan membantu proses kimiawi pada semen. Jenis air yang digunakan dalam menampurkan adonan pembuatan beton yakni air yang biasa dipakai minum. Usahakan jangan menggunakan air yang tercemar karena beton yang terbentuk kurang berkualitas.

c. Semen

Material ini jika bercampur dengan air akan mengalami proses kimiawi tetapi agregat yang tercampur didalamnya tidak mengalami proses ini. Agregat berperan sebagai material pengisi untuk membentuk volume beton dan beton yang dihasilkan menjadi awet dan kuat.

2.2.2. Jenis-jenis Paving Block

a. *Paving block* press manual/tangan

Cara pembuatannya manual memakai tangan dan alat pencetakan *paving*. Kualitas *paving block* yang dibuat dengan memakai tenaga press manusia tingkat kualitasnya dikategorikan kedalam D (K 50-100). Pembuatan *paving block* secara manual kebanyakan diimplementasikan pada halaman rumah, trotoar, taman dan tempat non struktural lainnya yang tidak perlu menahan beban berat.

b. *Paving block* press mesin vibrasi

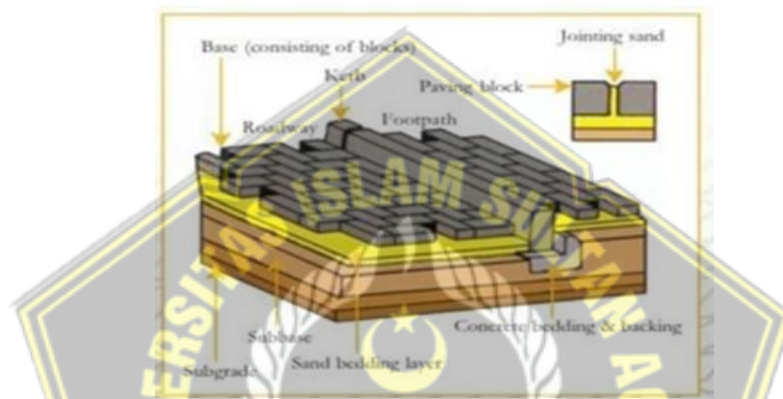
Cara pembuatannya memakai mesin press sistem getar. Kualitas *paving block* yang dihasilkan berada dalam tingkatan C-B (K 150-250). Jenis *paving block* ini biasanya diimplementasikan pada pelataran parkir. Tetapi kebanyakan konsumen lebih memilih *paving block* yang dibuat memakai press mesin hidrolik dengan tingkat kualitasnya (K 300-450) dan rentangan harganya tidak begitu jauh dari *paving block* press mesin vibrasi.

c. *Paving block* press hidrolik

Cara pembuatannya memakai mesin press hidrolik bertekanan 300 kg/cm², dengan tingkat kualitas yang dihasilkan berada dalam kategori B-A (K 300-450). Jenis paving ini banyak diimplementasikan pada pelataran terminal pengangkutan peti kemas dipelabuhan, dan area jalan sekitar lingkungan maupun area lain dengan tingkat kebutuhan struktural atau non struktural. Paving jenis ini mempunyai ketahanan yang bagus untuk menahan muatan berat.

2.2.3. Lapisan Perkerasan Paving Block

Paving block mempunyai 5 lapisan yaitu: *subgrade*, *subbase*, *course*, *basecourse*, *bedding sand* dan *concrete block*. Pada struktur ini, *jointing sand* yang berfungsi untuk penyambung *paving block* satu sama lain. Perkerasan *paving block* mempunyai prinsip kerja yang sama seperti perkerasan lentur dimana beban yang diterima di distribusikan/disalurkan ke lapisan bawahnya sehingga beban akan dialokasikan secara tegak lurus dari *paver* menuju *bedding sand*, dilanjutkan ke *basecourse* hingga *subgrade*. Lapisan perkerasan *paving block* dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini (Tsani & Mudiyono, 2019) :



Gambar 2.1. Lapisan perkerasan *paving block*
(Tsani & Mudiyono, 2019).

2.2.3.1. *Subgrade*. *Subgrade* atau tanah dasar adalah permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang didapatkan dan merupakan dasar dari suatu perletakan bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sendiri sangat tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Sangatlah penting kekuatan dari tanah dasar menjadi alasan utama dalam ukuran kekuatan dan keawetan struktur perkerasan jalan (DPUPR, 2014).

2.2.3.2. *Lapisan Sub-Base*. Pada pekerjaan lapisan *sub-base* harus disesuaikan dengan spesifikasi teknis yang dibutuhkan. Profil lapisan permukaan mempunyai minimal kemiringan 2 %, dua arah melintang ke kiri dan ke kanan. Kemiringan ini sangat penting guna menjaga stabilitas *paving* (DPUPR, 2014).

2.2.3.3. *Jointing dan Bedding Sand*. *Jointing* dan *bedding sand* memiliki hubungan dan fungsi sebagai pengunci dari susunan *paving block*. Pada perkerasan *paving*

jointing dan *bedding sand* tidak bisa terlepas satu sama lain. *Jointing* sendiri mempunyai sebagai bantuan *paving block*.

2.2.3.4. *Paver*. *Paver* merupakan lapisan pada perkerasan *paving block* yang paling atas, dan mempunyai bentuk, ukuran, dan ketebalan masing-masing sesuai spesifikasi yang dibutuhkan pengguna. *Paver* sangatlah berpengaruh pada perkerasan *paving block*. Dalam pemilihan ketebalan *paving block* harus disesuaikan dengan rencana penggunaan dan kuat tekan *paving block* tersebut. Jika dalam pemilihan ukuran tidak sesuai maka akan mudah terjadi kerusakan (Heide, 2011).

2.2.4. Ketebalan Paving

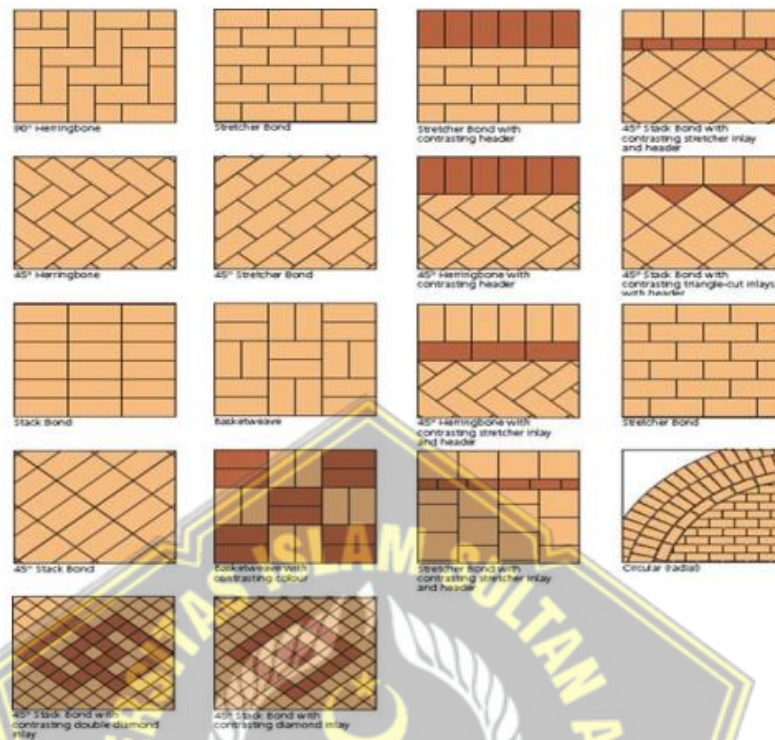
Ketebalan pada *paving block* bermacam – macam sekitar 50 – 80mm. Ketebalan blok ini sangat memengaruhi *paving block* dalam menahan deformasi. Semakin tebal blok yang ada maka akan semakin baik *paving block* menahan deformasi vertikal dan horizontal. Ketebalan blok ini juga perlu dipertimbangkan pemilihannya sesuai dengan fungsi dan biaya. Ketebalan blok yang banyak digunakan yaitu sekitar 50 – 60 mm untuk penggunaan rumah tangga. Lain halnya dengan penggunaan industri yang disarankan menggunakan *paver* 80 mm.

Sedangkan di Indonesia ketebalan *paving block* yang sering digunakan ada tiga klasifikasi yaitu 60 mm, 80 mm dan 100 mm. Dimana ketebalan 60 mm digunakan untuk jalan yang beban lalu lintasnya ringan dan frekuensinya terbatas. Untuk ketebalan 80 mm digunakan untuk jalan yang beban lalu lintasnya sedang dan frekuensinya terbatas seperti pada *pick up*, *truck* dan bus. Dan untuk ketebalan 100 mm digunakan bagi jalan dengan beban lalu lintas berat seperti *crane*, *loader* dan alat berat lainnya. *Paving block* ketebalan 100 mm ini sering digunakan di Pelabuhan dan Kawasan Industri (Tsani & Mudiyono, 2019).

2.3. Pola Penyusunan

Pola penyusunan sebaiknya di sesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola penyusunan ditentukan oleh performa dan persyaratan estetika. Banyak pola penyusunan yang lain yang memungkinkan. Pola penyusunan *herringbone* adalah pola yang tahan terhadap deformasi *horizontal* dan *vertical* dan umumnya di gunakan untuk trotoar industri. Untuk perkerasan jalan diutamakan pola *herringbone* karena mempunyai kunci yang baik. Dalam proses pemasangan

bisannya pada tepi susunan ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup. Jenis-jenis penataan *paving block* dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.2. Jenis-jenis penataan *paving block*
(Tsani & Mudiyono, 2019).

2.3.1 Bentuk *Paving Block*

Beberapa macam bentuk *paving block* secara umum yang sering digunakan dipasaran, tentunya masing-masing mempunyai spesifikasi berbeda-beda.

a. *Paving Block* Persegi Panjang (Bata)

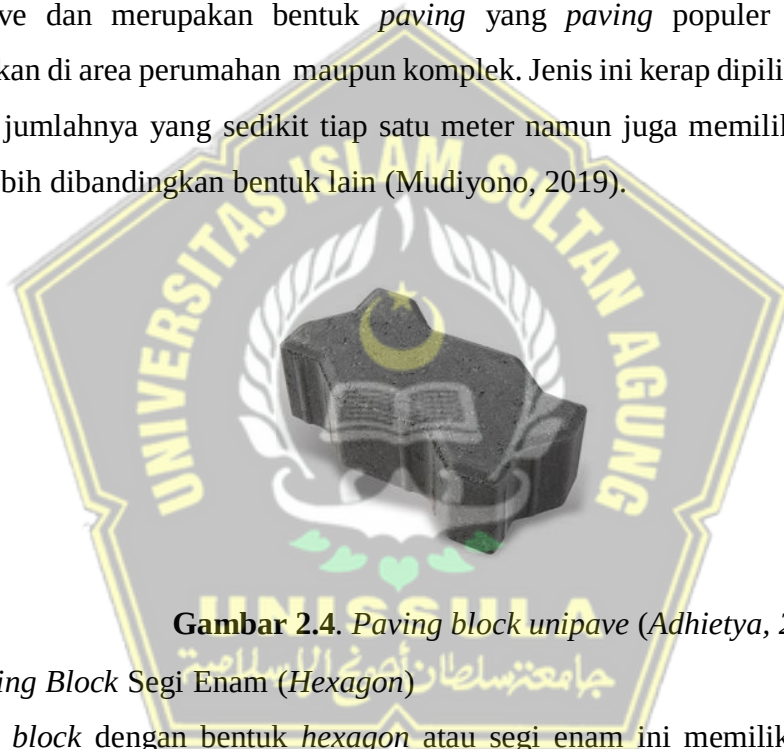
Pada bentuk *paving block* tipe bata ini atau yang sering disebut tipe persegi panjang ini umumnya sering ditemukan dipasaran, selain modelnya yang simple membuatnya juga mudah untuk menyesuaikan kebutuhan yang diinginkan (Mudiyon, 2019).



Gambar 2.3. *Paving block* bentuk persegi panjang (bata)
(Adhietya, 2018).

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

Paving Block dengan bentuk *Unipave* (zig-zag) ini biasa disebut juga dengan *interpave* dan merupakan bentuk *paving* yang *paving* populer dan biasanya digunakan di area perumahan maupun komplek. Jenis ini kerap dipilih bukan hanya karena jumlahnya yang sedikit tiap satu meter namun juga memiliki nilai estetik yang lebih dibandingkan bentuk lain (Mudiyono, 2019).



Gambar 2.4. *Paving block unipave* (Adhietya, 2018).

c. *Paving Block Segi Enam* (Hexagon)

Paving block dengan bentuk *hexagon* atau segi enam ini memiliki model yang unik dari bentuk *hexagon* ini lebih kuat dan kokoh diantar bentuk lainnya. Biasanya *paving block* dengan bentuk *hexagon* kerap digunakan untuk perkerasan pada trotoar, sebabnya tepi jalan yang menggunakan *paving block* bentuk *hexagon* lebih terlihat cantik dan kuat (Mudiyono, 2019).



Gambar 2.5. *Paving block segi enam (Adhietya, 2018).*

d. *Paving Block Thrihex*

Paving block trihex ini hampir sama dengan *paving block hexagonal paving block* inilebih kuat dibanding dengan jenis lain. *Paving block* ini kerap kalo digunakan untuk lapisan trotoar, bukan hanya *paving block* lain saja, *paving block* jenis ini juga memiliki bentuk yang unik dan biasanya juga digunakan sebagai motif biasa seperti pada halaman rumah ataupun taman. (Mudiyono, 2019)



Gambar 2.6. *Paving block thrihex (Adhietya, 2018).*

e. *Paving Block Persegi*

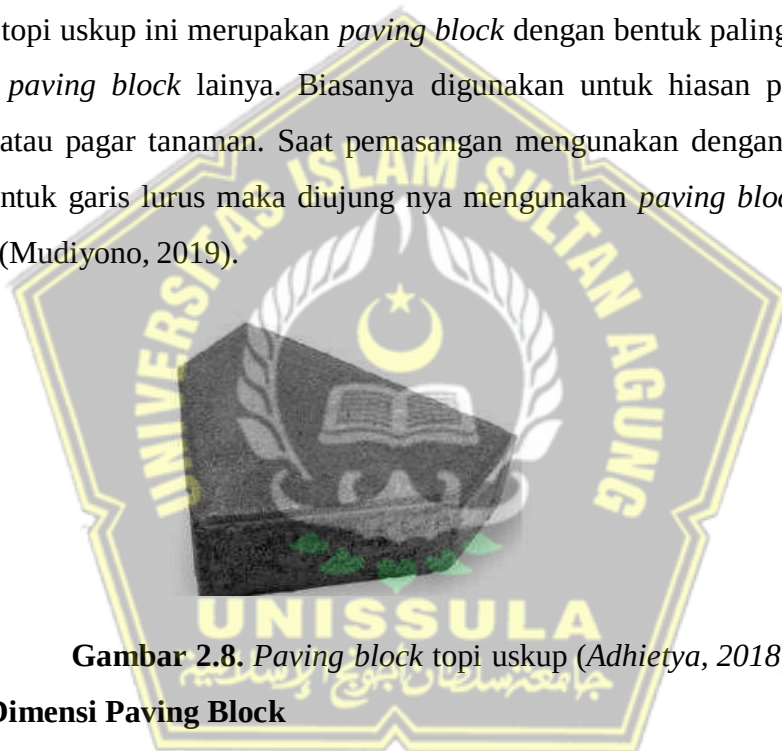
Biasanya *Paving block* jenis ini digunakan pada tempat yang tidak memiliki luas yang lebar seperti halaman rumah. bentuk *paving block* persegi ini memang lebih cocok untuk halaman rumah maupun taman. Sebab *paving block* jenis ini terlalu beresiko jika digunakan pada jalanan yang memiliki beban berat, namun *paving block* jenis ini memiliki bentuk yang memberikan kesan minimalis yang biasanya digunakan pada taman rumah modern jaman sekarang (Mudiyono, 2019).



Gambar 2.7. *Paving block persegi (Adhietya, 2018).*

f. *Paving Block Topi Uskup*

Dari sekian banyak bentuk *paving block* pada umumnya, bentuk *paving block* bentuk topi uskup ini merupakan *paving block* dengan bentuk paling unik dari sisi bentuk *paving block* lainnya. Biasanya digunakan untuk hiasan pada pinggiran rumah atau pagar tanaman. Saat pemasangan menggunakan dengan *paving block* membentuk garis lurus maka diujung nya menggunakan *paving block* bentuk topi uskup. (Mudiyono, 2019).



Gambar 2.8. *Paving block topi uskup (Adhietya, 2018).*

2.3.2. Dimensi Paving Block

Ukuran *paving block* bentuk bata memiliki ukuran dimensi sebagai berikut, 10,5 x 21 cm, ketebalan: 6 cm, 8 cm, 10 cm, 44 pcs isi dalam 1 m². Pada *paving block* bentuk cacing memiliki ukuran dimensi, 11,5 cm x 22,5 cm, ketebalan 6 cm, 8 cm, 10 cm, 39 pcs isi dalam 1 m². Untuk *paving block* bentuk segitiga ukuran dimensinya: 19,7 cm x 9,6 cm, ketebalan: 6 cm, 8 cm, 10 cm, 39 pcs isi dalam 1 m². *Paving block* bentuk segi enam ukuran dimensinya, 20 cm x 20 cm, ketebalan, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 27 pcs isi dalam 1 m². Sedangkan untuk *paving block* bentuk topi uskup memiliki dimensi ukuran, 30 cm x 6 cm x 21 cm, ketebalan: 6 cm, 8 cm, 10 cm, 25 pcs isi dalam 1 m².

2.4. Jarak Sambungan (*Jointing Width*)

Jarak sambungan memiliki peran yang sangat penting pada performa perkerasan jalan paving block. *Jointing Width* adalah celah di antara block satu dengan block lainnya dimana diisi dengan pasir. Kekosongan atau celah tersebut perlu diisi dengan pasir dengan cara mengisinya dari permukaan. Hal tersebut dilakukan agar jarak antara block saling mengunci sehingga tidak terjadi pergeseran. *Jointing Width* yang optimum yaitu antara 3- 5 mm. Apabila jarak berlebih maka akan mengurangi kekuatan struktur dan block mudah bergeser. Dan apabila terlalu kecil maka air dapat mengalir melalui celah sambungan (Tsani & Mudiyo, 2019).

2.5. Pembuatan *Paving Block*

Terdapat dua metode dalam pembuatan *paving block* sebagai berikut:

2.5.1. Metode Konvensional

Dikenal juga sebagai metode gablokan, metode ini paling sering digunakan dimasyarakat. Metode ini menggunakan alat gablokan dengan beban pemadatan yang berpengaruh kepada tenaga orang yang mengerjakan. Dikarenakan alatnya yang sederhana dan proses pembuatan yang mudah metode ini sering digunakan masyarakat untuk industri rumah tangga. Cara pembuatannya sangat membutuhkan tenaga orang yang mengerjakan karena melakukan proses pemadatan dengan menghantam alat pemadat pada adonan yang ada dalam cetakan karena itu para pekerja cepat mengalami kelelahan.

2.5.2. Metode Mekanis

Pada metode ini menggunakan alat press. Metode ini jarang digunakan dikarenakan alat pembuatannya mempunyai harga yang relative mahal. Metode mekanis digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang hingga skala industri besar. Cara pembuatan dilakukan dengan menggunakan mesin (*compression apparatus*).

2.6. Tanah Urug

Tanah adalah himpunan material, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Tanah dapat didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel

tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh karbonat dan oksida yang tersenyawa diantara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik (Larasati, 2016).

2.6.1. Kriteria Tanah Urug

- a. Tanah urug harus memiliki tekstur yang cenderung remah.
- b. Struktur tanahnya berupa butiran-butiran.
- c. Tanah bebas dari kandungan humus.
- d. Material tanah bukan berupa lumpur.
- e. Tanah urugan harus bersih dari sampah.
- f. Tidak mengandung batu berdiameter lebih dari 10 cm.



Gambar 2.9. Tanah urug
(siplahtelkom.com)

2.7. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang bersifat multi component, dimana tanah lempung terdiri dari tiga fase yaitu padat, cair, dan udara. Bagian yang padat merupakan *polyamorphous* yang mana pada bagian ini terdiri dari mineral inorganis dan organis. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang (Larasati, 2016).

2.7.1.Sifat – Sifat Tanah Lempung

Sifat – sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain :

- Ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm.
- Permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi.
- Bersifat sangat kohesif.
- Kadar kembang susut yang tinggi.
- Proses konsolidasi lambat (Larasati, 2016).



Gambar 2.10. Tanah lempung (IlmuGeografis.id).

2.8. Abu Kapur

Kapur adalah sebuah benda putih dan halus terbuat dari batu sedimen, membentuk bebatuan yang terdiri dari mineral kalsium. Adanya unsur Ca^+ pada kapur dapat memberikan ikatan antar partikel yang lebih besar yang melawan sifat mengembang dari tanah. Kapur untuk bahan bangunan dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaan yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut terdapat dalam kapur tohor, maupun kapur padam (SNI 03-2097, 1991).



Gambar 2.11. Abu kapur

2.9. Rumus Perhitungan

a. Persamaan 1

$$X_1 X_2 = Y_1 Y_2 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

X_1 : luas lingkaran penekan pada uji *push in*

X_2 : penurunan lab (pasir / tanpa pasir)

Y_1 : luas bidang ban yang berada di atas *paving block*

Y_2 : penurunan lapangan (pasir / tanpa pasir)

b. Persamaan 2 mencari luas lingkaran:

$$L = \pi \times D \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

L = Luas lingkaran (cm²)

π = phi (3,14)

D = Diameter lingkaran (cm)

c. Persamaan 3 mencari luasan bidang ban mobil yang berada di atas *paving block*:

$$L = p \times l \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

L = Luas lingkaran (c m²)

P = Panjang (cm)

l = Lebar (cm)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Secara umum tahapan penelitian dapat diuraikan menjadi 3 (tiga) tahapan yaitu tahapan identifikasi, tahapan pengumpulan dan pengolahan data, serta tahapan analisis dan kesimpulan. Berikut uraian dari masing – masing tahapan:

3.1.1. Tahap Identifikasi

Pada tahap identifikasi dimulai dengan cara merumuskan masalah dari latar belakang yang telah diambil lalu menentukan topik penelitian yang akan dibahas. Setelah itu dilakukan studi pustaka tentang landasan teori yang berkaitan atau dapat menunjang penyelesaian topic yang telah ditentukan.

3.1.2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data diperlukan data primer dan data sekunder terkait penelitian ini. Penelitian ini bersifat eksperimen dengan tetap memperhatikan penelitian – penelitian sebelumnya. Untuk itu maka peneliti mengandalkan teknik pengumpulan data berupa penelitian terdahulu dan hasil eksperimen yang diuji di laboratorium untuk kemudian mengetahui amblesan dan penyerapan air yang terjadi pada *jointing* pada perkerasan *paving block*.

3.1.3. Tahap Hasil dan Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pengujian data yang telah didapatkan dari penelitian ini, maka akan diketahui respon tiap kondisi percobaan dengan bahan yang berbeda – beda terhadap amblesan / penurunan dan penyerapan air pada perkerasan *paving block*. Setelah itu dapat menyimpulkan hasil dari penelitian ini dan kemudian memberikan saran dan masukan terhadap hasil penelitian.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Untuk mencapai maksud dan tujuan dari penelitian ini maka diperlukan beberapa data. Data pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Selain itu, diperlukan alat dan bahan untuk menunjang eksperimen yang akan dilakukan di laboratorium.

Berikut rincian terkait data – data di atas:

3.2.1. Data Primer

- a. Hasil pengujian berupa penurunan *paving block* dari pembebanan vertikal pada kondisi menggunakan pasir dantanpa pasir.
- b. Persentase pemberian kadar air pada setiap kondisi percobaan.
- c. Bahan *jointing* pada setiap percobaan.
- d. Hasil pengukuran pada penyerapan air disetiap kondisi.

3.2.2. Data Sekunder

- a. Data ketebalan lapisan *paving block* dari penelitian sebelumnya.
- b. Data presentase kadar air yang diberikan dari penelitian sebelumnya.
- c. Data ketebalan *jointing* pada *paving block* dari penelitian sebelumnya.

3.2.3. Alat Uji Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa alat yang digunakan untuk mengetahui amblesan dan penyerapan air di *jointing* yang terjadi pada *paving block*, yaitu :

- a. Box besi 75 x 75 x 60 cm .



Gambar 3.1. Box besi 75 x 75 x 60 cm

- b. Alat ukur meteran



Gambar 3.2. Alat ukur meteran

c. Penggaris



Gambar 3.3. Penggaris

d. Tali rafia



Gambar 3.4. Tali raffia

e. Cetok bangunan



Gambar 3.5. Cetok bangunan

f. Dongkrak, manometer, dan *hydraulic jack*



Gambar 3.6. Dongkrak, manometer, dan *hydraulic jack*

g. Timbangan



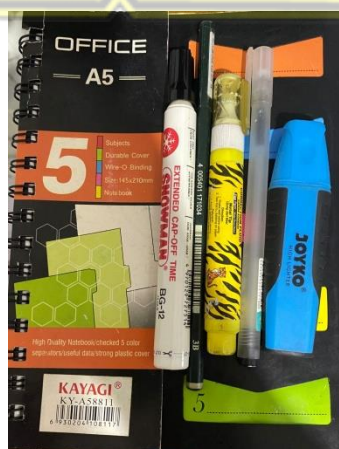
Gambar 3.7. Timbangan

h. Kalkulator



Gambar 3.8. Kalkulator

i. Alat tulis



Gambar 3.9. Alat tulis

j. Alat penyiram tanaman



Gambar 3.10. Alat penyiram tanaman

3.2.4. Bahan Uji Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa bahan yang digunakan untuk mengetahui amblesan dan penyerapan air di *jointing* yang terjadi pada *paving block* , yaitu :

a. *Paving* bentuk bata

Paving bentuk holand ini masuk pada kategori *paving block A* dan *paving* ini memiliki sisi gigi banyak atau *four dented*.

Gambar 3.11. *Paving block* bentuk *Holland* (Rosantika & Putra, 2021).

b. Tanah *sub grade*

Pemilihan tanah *sub grade* menggunakan tanah asli dengan kekuatan yang bagus.

c. Tanah *base course*

Pada penelitian ini menggunakan *base course* *Base course* dibagi menjadi 2 tipe *base course A* dan *B*. Pada penelitian ini menggunakan tipe *B* dan untuk ukuran *base course* tipe *B* adalah 0 – 70 mm.



Gambar 3.12. Tanah *base course* (tekniksipil.blogspot.com).

d. Pasir untuk *bedding sand* dan *jointing*

Pasir yang digunakan untuk mengisi lapisan *bedding sand* adalah pasir dari muntalan dengan jenis pasir merapi. Ini adalah jenis pasir alam yang berasal dari sisa aktivitas vulkanik gunung



Gambar 3.13. Pasir (udluthfi.co.id).

e. Tanah lempung

Tanah lempung ini digunakan sebagai bahan campuran pasir pada *jointing* di percobaan pertama. Tanah yang digunakan berasal dari sekitaran kampus Unissula.



Gambar 3.14. Tanah lempung

f. Abu Kapur

Abu kapur ini digunakan sebagai bahan campuran pasir pada *jointing* di percobaan kedua. Abu kapur ini didapatkan melalui pemesanan kepada pihak ketiga.



Gambar 3.15. Abu kapur

g. Tanah urug

Tanah urug ini digunakan sebagai bahan pengganti pasir pada *jointing* di percobaan ketiga. Tanah urug ini didapatkan melalui pemesanan kepada pihak ketiga.



Gambar 3.16. Tanah urug

Tabel 3.1. Spesifikasi Bahan *Jointing*

Bahan	Campuran pasir muntilan	Ketebalan <i>Jointing</i>	Foto
Tanah lempung yang di keringkan lalu di saring menggunakan saringan no 5.	50 % dengan total bahan 4 kg.	3 mm	
Abu Kapur dengan mesh 100.	50 % dengan total bahan 4 kg.	3 mm	
Tanah urug organik.	Tanpa menggunakan pasir.	3 mm	

h. Air

Pada penelitian ini digunakan variasi air yang berbeda – beda sebesar 10%, 20% dan 30% untuk pemberian pada *paving block* sebelum di uji pembebanan vertikal.



Gambar 3.17. Air

3.2.5. Langkah – Langkah Penelitian

a. Uji Amblesan (*Push In Test*)

• Uji Amblesan (di Laboratorium)

1. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu box besi 745x75 cm, meteran, benar, penggaris, cetok bangunan, jangka sorong, dan alat tulis.



Gambar 3.18. Box besi berukuran 75x75x60 cm

2. Hamparkan *base course* setebal 5 cm.
3. Kemudian dihamparkan pasir dengan ketebalan 5 cm dengan memperhitungkan kemiringan sebesar 2%.
4. Kemudian pemasangan *paving block* berukuran 20 x 10 x 6 cm dengan spasi / *jointing* antar *paving* 3 mm.



Gambar 3.19. pemasangan *paving block* berukuran 20 x 10 x 6 cm

5. Isi spasi / *jointing* dengan bahan yang pertama yaitu pasir.



Gambar 3.20. Mengisi *jointing* dengan pasir

6. Setelah *jointing* di isi dengan pasir, letakkan benang di atas permukaan *paving* untuk mengetahui kemiringan 2% dan ketinggian awal *paving*.



Gambar 3.21. Menghitung Ketinggian Awal *Paving*

7. Setelah itu di lakukan uji pembebanan verikal menggunakan *hydraulic jack* dengan berat dalam 40 kg/cm pada *push in test* yang diinginkan.



Gambar 3.22. Uji pembebanan verikal

8. Setelah dilakukan test pada *hydraulic jack* maka dilakukan pengukuran amblesan menggunakan penggaris yang terjadi akibat pembebanan vertikal.



Gambar 3.23. Pengukuran setelah dilakukan uji pembebanan vertikal

9. Jika sudah, ulangi langkah ke – 6 sampai ke – 10 dengan tanpa pasir pada *jointing*.

• **Uji Amblesan (di Lapangan)**

- Persiapkan sampel kendaraan untuk menguji amblesan pada *paving block* , sampel yang digunakan adalah mobil MPV Terios dengan keadaan angina ban stabil.
- Kemudian persiapkan kertas HVS diatas *paving block* (4 buah).
- Kemudian jalankan mobil hingga ban tepat diatas kertas.
- Gambar bidang ban mobil yang menempel dikertas
- Kemudian potong sesuai yang sudah digambar untuk mengukur panjang dan lebarnya.



Gambar 3.24. Pengukuran untuk mencari luasan bidang ban mobil yang berada di atas *paving block* pada keadaan riil.

b. Uji Serapan Air

1. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu box kaca 75 x 75 cm, meteran, benar, penggaris, cetok bangunan, jangka sorong, dan alat tulis.



Gambar 3.25. yaitu box kaca 75 x 75 cm

2. Kemudian dihamparkan pasir dengan ketebalan 5 cm dengan memperhatikan kemiringan sebesar 2%.



Gambar 3.26. Penghampanan pasir dengan ketebalan 5 cm dengan kemiringan sebesar 2%

3. Kemudian pemasangan *paving block* berukuran 20 x 10 x 6 cm dengan spasi / *jointing* antar *paving* 3 mm.



Gambar 3.27. Pemasangan *paving block*

4. Isi spasi / *jointing* dengan bahan yang pertama yaitu pasir dengan abu kapur, pasir dan lempung, kemudian tanah urug.



Gambar 3.28. Pengisian *jointing* dengan pasir dengan abu kapur, pasir dan lempung, kemudian tanah urug

5. Setelah dilakukan pemberian *jointing* pada sampel, selanjutnya di hamparkan air dengan presentase 5, 10, 15 dan 20 liter secara bertahap.



Gambar 3.29. Penghamparan air dengan presentase 5, 10, 15 dan 20 liter secara bertahap

6. Setelah pemberian air yang pertama ditunggu selama 10 menit.
7. Kemudian lihat dan ukur air yang terserap dengan gelas ukur oleh lapisan *bedding sand* yang tertampung di bagian penampungan alat uji.



Gambar 3.30. Hasil air yang terserap dengan gelas ukur

8. Hitung berapa banyak presentase air yang terserap.

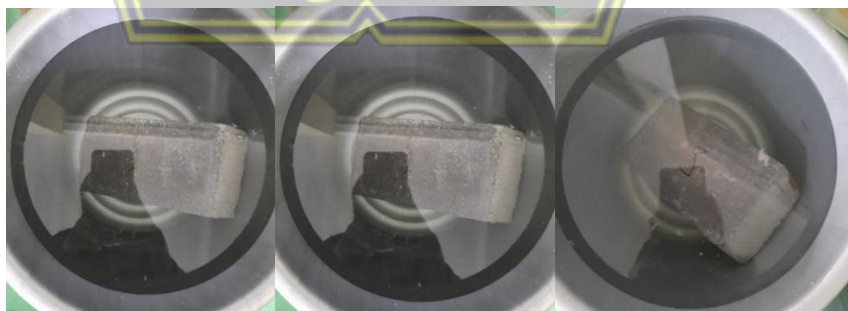
c. Uji Rendaman

1. Persiapkan air sebanyak 5 liter di dalam wadah yang sudah di tandai dengan angka 1, 2, dan 3.



Gambar 3.31. Persiapan bahan uji

2. Masukkan 3 (tiga) paving block masing – masing ke wadah yang sudah disediakan.



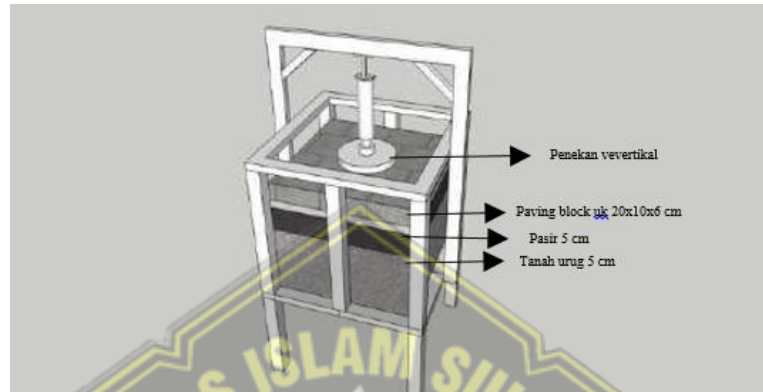
Gambar 3.32. Perendaman *paving block*

3. Waktu tunggu yang digunakan yaitu dari 10, 20, 30, 60, dan 120 menit sampai 7 hari kedepan.

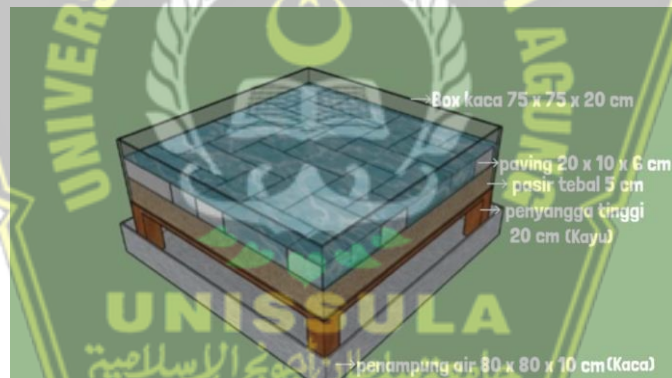
4. Tiap waktu diukur sisa air yang tersisa dari wadah tersebut sampai menemukan hasil konstan dari penyerapan air terhadap paving ketiga paving tersebut.

3.2.6. Desain Simulasi Alat Uji

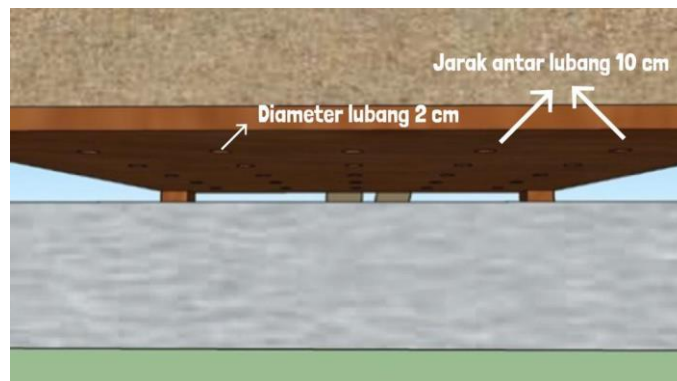
Alat uji yang digunakan pada penelitian ini dibuat sedemikian rupa untuk rekayasa pencampuran bahan untuk analisis *jointing* pada perkerasan *paving block* untuk mengatasi amblesan dan serapan air seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.33. Eksperimen tekan tampak *isometric* (Rosantika & Putra, 2021).



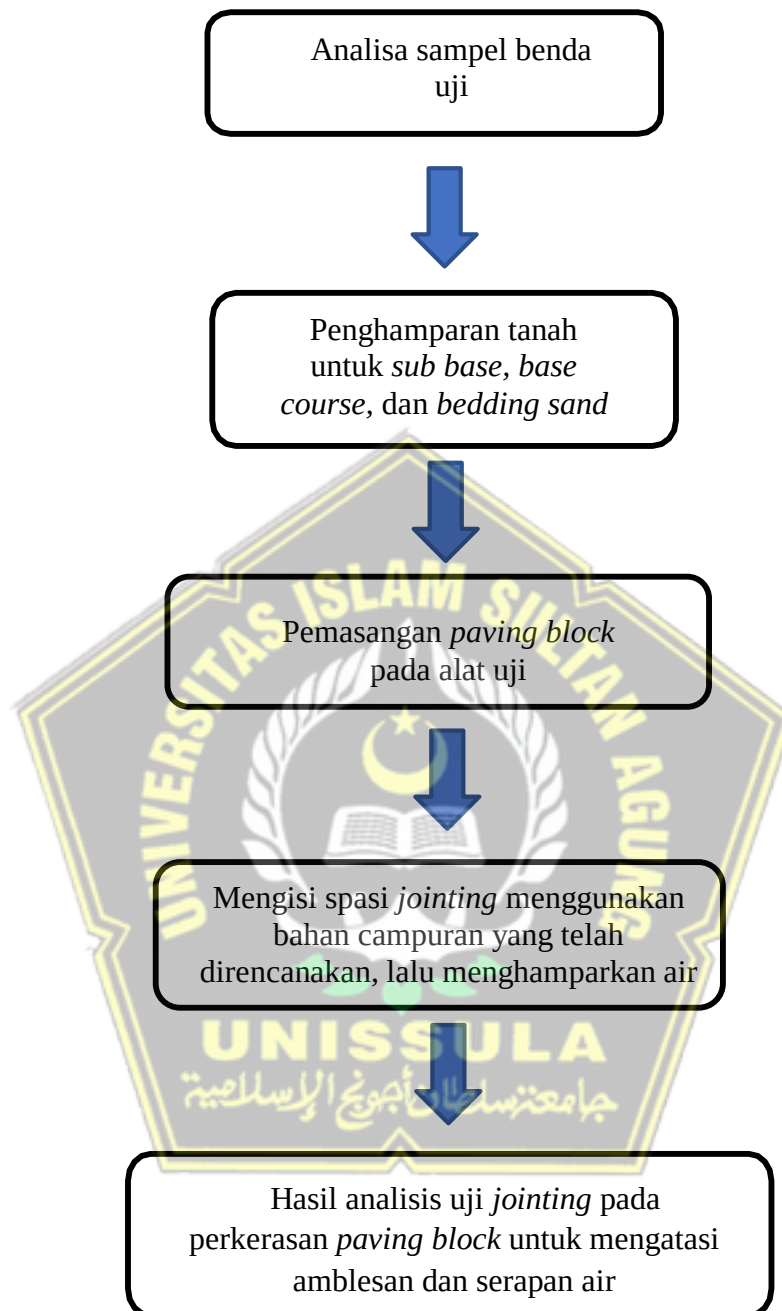
Gambar 3.34. Eksperimen serapan air tampak *isometric*



Gambar 3.35. Eksperimen serapan air tampak samping

Alat praktikum yang dipakai pada penelitian ini, alat ini berfungsi untuk membantu membuat rekayasa analisis *joint width* pada perkerasan *paving block* untuk mengatasi amblesan dan serapan air sehingga dapat menganalisis seberapa besar amblesan yang terjadi dan bagaimana proses penyerapan air. Agar alat praktikum mendapatkan hasil yang diinginkan harus melalui beberapa tahap, mulai dari pembuatan alat praktikum sendiri sampai tahapan terakhir pada praktikum tersebut. Tahapan tersebut dapat ditampilkan sebagai berikut:





Gambar 3.36. Langkah – langkah analisis *jointing* pada perkerasan *paving block* untuk mengatasi amblesan dan serapan air

3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa jenis variasi percobaan bahan yang akan digunakan sebagai pengganti pasir di *jointing* pada perkerasan *paving block* untuk mengatasi amblesan dan serapan air. Setelah mendapatkan data primer dan sekunder serta kesiapan alat dan bahan maka akan langsung dilakukan eksperimen terkait pembebanan vertikal pada paving oleh alat *hydraulic jack* dengan memperhatikan besarnya amblesan pada *paving block*. Macam bahan yang akan diuji diantaranya yaitu:

- a. Menggunakan pasir.
- b. Tanpa pasir.

Setelah dilakukan uji pembebanan vertikal dengan *hydraulic jack* maka didapatkan hasil pengamatan terkait amblesan penggunaan *jointing* yang selanjutnya akan diolah data. Selanjutnya yaitu menguji rendaman dan resapan air. Untuk uji rendaman menggunakan 3 (tiga) buah sampel paving block dari kumpulan bahan yang digunakan yang kemudian di uji resapannya. Untuk uji resapan terkait *jointing* menggunakan 3 (tiga) bahan yaitu :

- a. Pasir di campur dengan tanah lempung dengan presentase 50%.
- b. Pasir di campur dengan abu kapur dengan presentase 50%.
- c. Pasir diganti dengan tanah urug.

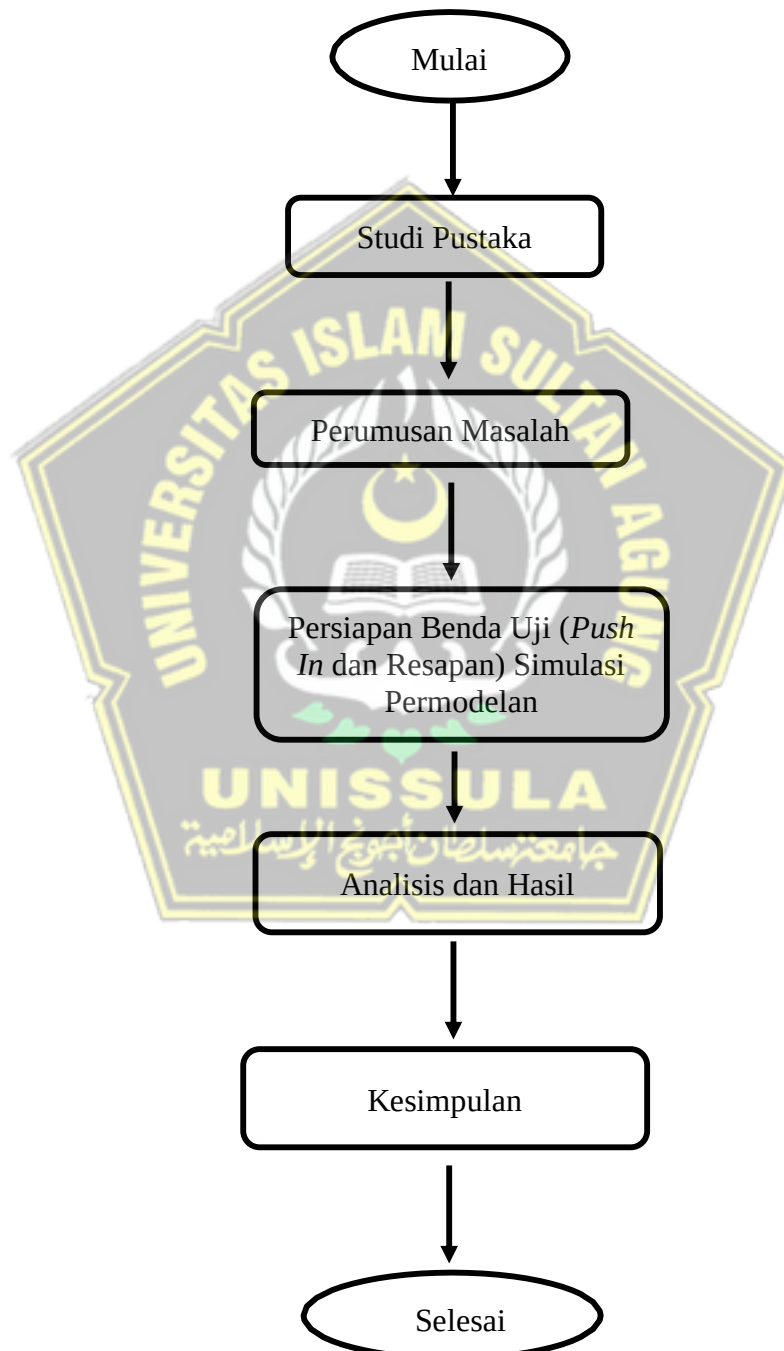
Setelah mendapatkan semua data kemudian di olah dan di hasilkan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

3.4. Metode Analisis Data

Jenis penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahan yang paling optimal dalam menggantikan pasir untuk mengisi *jointing* pada perkerasan *paving block* untuk mengatasi amblesan dan resapan air. Dengan menggunakan hasil dari eksperimen yang telah dilakukan juga melihat data – data sekunder dan teori – teori yang sudah berkaitan nantinya akan menghasilkan hasil berupa ketahanan amblesan dan resapan air dari masing – masing percobaan dengan bahan yang berbeda – beda. Secara umum perhitungan ini meliputi :

- a. Menghitung kedalaman amblesan yang terjadi akibat gaya vertikal terhadap *paving block* akibat adanya penggunaan bahan *jointing*
- b. Menghitung penyerapan air dari ketiga kondisi percobaan penggantian bahan *jointing*.
- c. Menghitung kemampuan efektif *paving block* dalam menyerap air.

3.5. Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.37. Bagan alur penelitian

3.6. Jadwal Pelaksanaan

Tabel 3.2. *Time schedule penelitian*

NO	KEGIATAN	WAKTU			
		September	Oktober	November	Desember
1.	Pengajuan Judul				
2.	Penyusunan Proposal				
3.	Penyusunan Bab I				
4.	Penyusunan Bab II				
5.	Penyusunan Bab III				
6.	Seminar Proposal				
7.	Penyusunan Bab IV				
8.	Penyusunan Bab V				
9.	Ujian Sidang				

BAB IV

ANALISIS DAN HASIL

4.1. Uji Resapan Air pada *Paving Block*

Penelitian ini mempunyai 3 pembahasan yang masing – masing merujuk pada tujuan penelitian yaitu:

- a. Mengetahui penyerapan air yang terjadi ketika *jointing* diganti dengan campuran pasir abu kapur, pasir lempung, dan tanah urug.
- b. Mengetahui amblesan yang terjadi ketika *jointing* menggunakan pasir dan tanpa pasir.
- c. Mengetahui perbandingan efisiensi dari ketiga kondisi tersebut pada perkerasan *paving block* dalam menerima beban dan menyerap air.

Pada pembahasan kali ini akan berfokus pada point a yaitu tentang penyerapan air.

4.1.1. Resapan Air

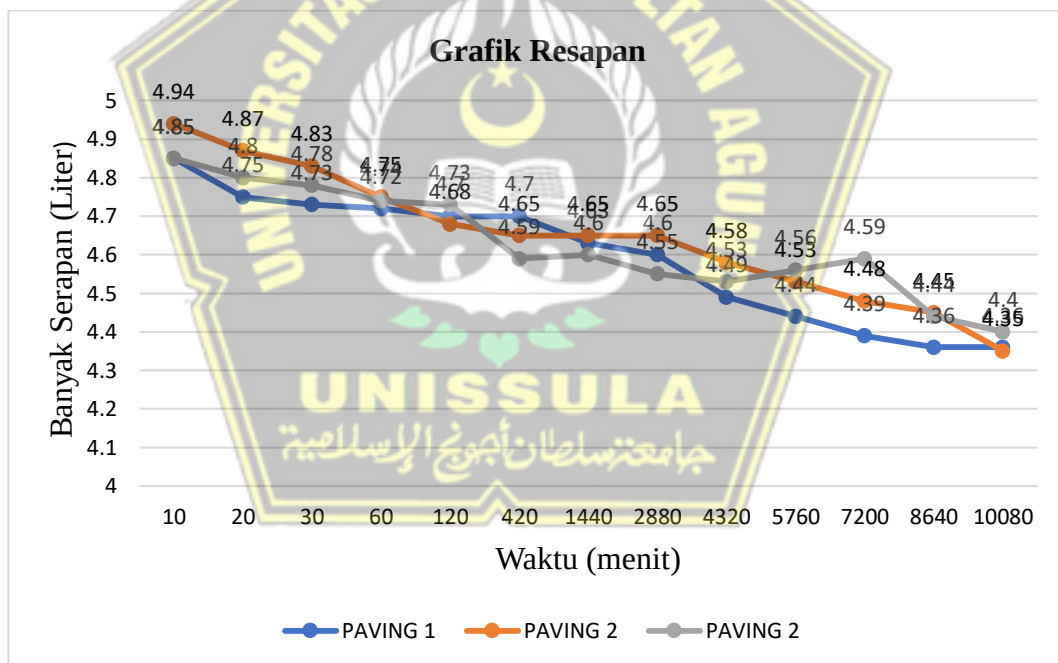
Hasil uji resapan *paving block* diperoleh dengan cara merendam 3 buah *paving block* dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm yang diambil dari kelompok sampel dengan asumsi setiap paving memiliki kadar serap air yang berbeda – beda atau tidak seragam. Kemudian dilakukan uji di dalam 3 ember berisi air dengan jumlah air yang sama yaitu sebesar 5 liter dengan jangka waktu tertentu kemudian dilakukan pengukuran berapa resapan air pada masing-masing *paving block* tersebut. Berikut adalah ketiga paving tersebut.

Tabel 4.1. Hasil Uji Resapan Air

Waktu (menit)	Banyak Resapan		
	Paving 1	Paving 2	Paving 3
10	4,85	4,94	4,85
20	4,75	4,87	4,8
30	4,73	4,83	4,78
60	4,72	4,75	4,74
120	4,7	4,68	4,73
420	4,7	4,65	4,59
1440	4,63	4,65	4,6
2880	4,6	4,65	4,55
4320	4,49	4,58	4,53
5760	4,44	4,53	4,56

Waktu (menit)	Banyak Resapan		
	Paving 1	Paving 2	Paving
7200	4,39	4,48	4,59
8640	4,36	4,45	4,44
10080	4,36	4,35	4,4

Dari **Tabel 4.1** diatas dapat diketahui bahwa penelitian uji resapan air pada *paving block* mendapatkan hasil yang berbeda-beda dari 3 sampel yang direndam dalam air dalam jangka waktu tertentu yaitu pada sampel 1 dan 2 mulai konstan pada waktu ke 1440 menit atau hari kedua dan pada sampel 3 sampai dengan hari ke 7 belum menemukan titik konstan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa daya serap *paving block* efektif yaitu pada waktu – waktu awal diberikan air hingga 1 hari setelahnya karena di hari kedua sampai hari ketujuh daya serapnya terhitung konstan. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.

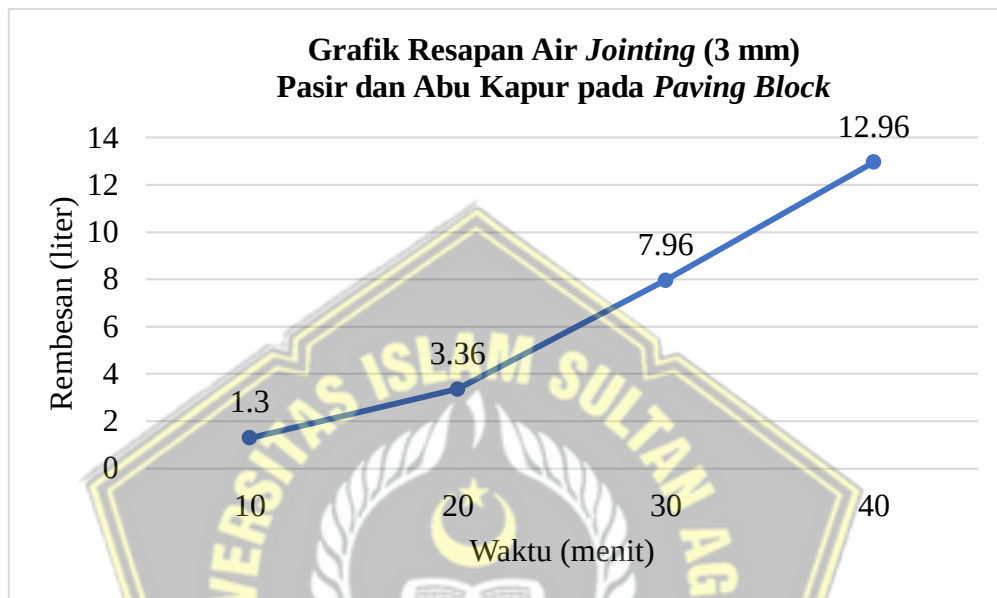


Gambar 4.1. Grafik uji resapan air *paving block*

4.1.2. Resapan Air Menggunakan *Jointing (3 mm)* Pasir dan Abu Kapur

Hasil uji resapan *jointing* pada *paving block* diperoleh dengan menggunakan alat berupa box kaca dengan penampung air dibawahnya dengan ukuran 75x75x20 cm kemudian mengisi lapisannya dengan pasir dan *paving block* dipasang diatasnya

lalu mengisi *jointing* dengan pasir dan abu kapur. Abu Kapur yang digunakan yaitu abu kapur dengan mesh 100 dengan presentase campuran dengan pasir sebesar 50% dari total 4 kg. Lalu dilakukan penghamparan air dengan jumlah 5 liter, 10 liter, 15 liter, dan 20 liter dengan jangka waktu masing – masing 10 menit yang kemudian dilakukan pengukuran pada resapan air yang terjadi. Berikut adalah grafik hasil resapan yang terjadi.



Gambar 4.2. Grafik resapan air *jointing* (3 mm) pasir dan abu kapur pada *paving block*

Pada **Gambar 4.2.** dijelaskan bahwa terjadinya rembesan air dimulai dengan penghamparan air dengan jumlah 5 liter dengan hasil resapan 1,3 liter, kemudian penghamparan air dengan jumlah 10 liter dengan hasil resapan 3,36 liter, penghamparan air dengan jumlah 15 liter dengan hasil resapan 7,96 liter, dan penghamparan air dengan jumlah 20 liter dengan hasil resapan 12,96 liter dengan hasil rata – rata serapan yaitu 0,639 liter/menit. Hal ini dikarenakan pasir memiliki sifat permabilitas yang rendah karena lebih berongga dan tergolong ke dalam tanah berbutir kasar menurut USCS tetapi di campur dengan abu kapur yang berbutir halus dan gampang larut air sehingga dua kombinasi ini menghasilkan sifat bahan yang bisa dilalui air namun tidak sebesar tanah urug.

4.1.3. Resapan Air Menggunakan *Jointing* (3 mm) Pasir dan Lempung

Hasil uji resapan *jointing* pada *paving block* diperoleh dengan menggunakan alat berupa box kaca dengan penampung air dibawahnya dengan ukuran 75x75x20 cm

kemudian mengisi lapisannya dengan pasir dan *paving block* dipasang diatasnya lalu mengisi *jointing* dengan pasir dan tanah lempung. Tanah lempung yang digunakan dikeringkan lalu di saring menggunakan saringan no 5 dengan presentase campuran dengan pasir sebesar 50% dari total 4 kg. Lalu dilakukan penghamparan air dengan jumlah 5 liter,10 liter,15 liter,dan 20 liter dengan jangka waktu masing – masing 10 menit kemudian lakukan pengukuran pada resapan air yang terjadi. Berikut adalah grafik hasil resapan yang terjadi.

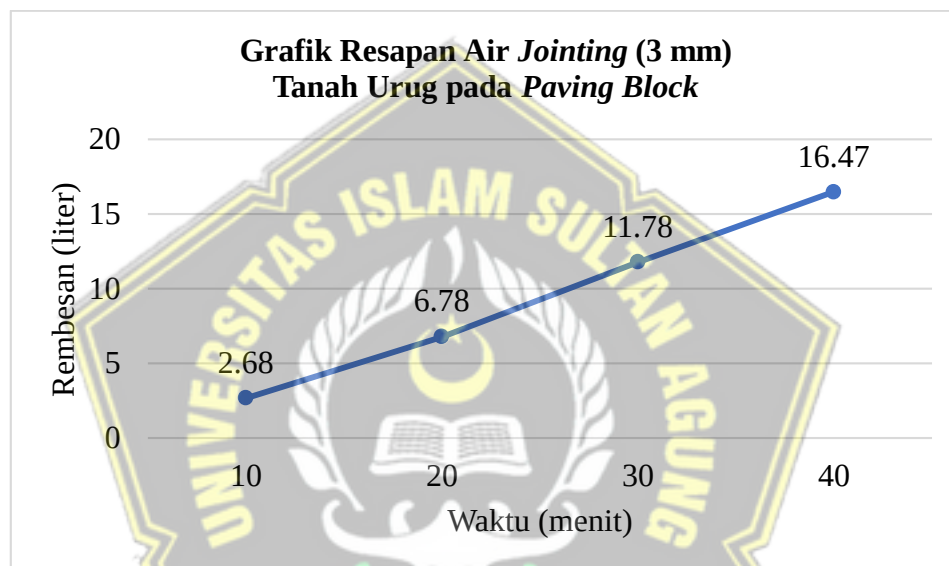


Gambar 4.3. Grafik resapan air *jointing* (3 mm) pasir dan lempung pada *paving block*

Pada **Gambar 4.3.** dijelaskan bahwa terjadinya rembesan air dimulai dengan penghamparan air dengan jumlah 5 liter dengan hasil resapan 0,05 liter,kemudian penghamparan air dengan jumlah 10 liter dengan hasil resapan 0,5 liter, penghamparan air dengan jumlah 15 liter dengan hasil resapan 1,05 liter,dan penghamparan air dengan jumlah 20 liter dengan hasil resapan 1,75 liter dengan rata – rata serapan yaitu 0,0837 liter/menit. Hal ini dikarenakan menggunakan dua bahan yang dicampur dengan karakteristik masing – masing bahan yaitu memiliki tingkat permeabilitas atau kemampuan menyerap air rendah. Lempung sendiri terdiri dari butiran – butiran liat yang sangat halus dan padat sehingga susah dilalui oleh air walaupun tanah lempung yang digunakan sudah dikeringkan namun tetap masih memiliki tingkat permeabilitas rendah ketika di berikan air.

4.1.4. Resapan Air Menggunakan *Jointing* (3 mm) Tanah Urug

Hasil uji resapan *jointing* pada *paving block* diperoleh dengan menggunakan alat berupa box kaca dengan penampung air dibawahnya dengan ukuran 75x75x20 cm kemudian mengisi lapisannya dengan pasir dan *paving block* dipasang diatasnya lalu mengisi *jointing* dengan tanah urug. Tanah urug yang digunakan berjenis tanah urug organik. Lalu dilakukan penghamparan air dengan jumlah 5 liter, 10 liter, 15 liter, dan 20 liter dengan jangka waktu masing – masing 10 menit kemudian dilakukan pengukuran pada resapan air yang terjadi. Berikut adalah grafik hasil resapan yang terjadi.



Gambar 4.4. Grafik resapan air *jointing* (3 mm) tanah urug pada *paving block*

Pada **Gambar 4.4.** dijelaskan bahwa terjadinya rembesan air dimulai dengan penghamparan air dengan jumlah 5 liter dengan hasil resapan 2,68 liter, kemudian penghamparan air dengan jumlah 10 liter dengan hasil resapan 6,78 liter, penghamparan air dengan jumlah 15 liter dengan hasil resapan 11,78 liter, dan penghamparan air dengan jumlah 20 liter dengan hasil resapan 16,47 liter dengan rata – rata serapan yaitu 0,9427 liter/menit. Hal ini dikarenakan tanah urug termasuk ke dalam tanah laterit (tanah yang memiliki warna ke merah – merahan atau ke coklat – coklatan) dengan kandungan organik sedang dan kemampuan menyerap air (permeabilitas) tinggi. Dengan itu maka tanah ini mengakibatkan tingginya laju infiltrasi pada tanah.

4.2. Uji Amblesan (*Push In Test*)

Pembahasan selanjutnya yaitu berfokus pada uji amblesan (*push in test*) dengan tujuan mengetahui penurunan *paving block* ketika diberikan jointing pasir dan tanpa jointing yang kemudian hasilnya akan dikorelasikan dengan hasil uji resapan sehingga mengetahui pengaruh *jointing* terhadap ketahanan paving menahan dan mendistribusikan beban. Pada pengujian beban atau menguji perhitungan vertikal menggunakan alat khusus yang ada di laboratorium yaitu box besi dengan ukuran 75 x 75 x 60 cm dengan dibantu alat *hydraulic jack* yang berfungsi memberikan gaya pada perkerasan *paving block* yang akan memberikan tekanan *vertical* pada perkerasan *paving block*.

Pada perhitungan vertikal ini box besi diberikan base course berupa tanah urug setinggi 5 cm dan lapisan *bedding sand* berupa pasir setinggi 5 cm yang masing – masing dipadatkan terlebih dahulu. Kemudian memberi beban sebesar 40 kg/cm² dengan merujuk pada UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Muatan Sumbu Terberat yaitu 8 (delapan) ton yang kemudian di konversi menjadi kg/cm² menjadi 8000 kg/cm² dengan asumsi dibagi menjadi 2 (dua) sumbu beban menjadi masing – masing 4000 kg/cm². Dikarenakan alat yang tersedia hanya mampu memberikan beban sampai dengan 700 kg/cm² maka dilakukan skala untuk dapat mengaplikasikan pada sampel dengan skala 1 : 100 yang berarti beban yang diberikan pada sampel 40 kg/cm². Pembebanan ini berlaku untuk *paving block* tanpa jointing dan *paving block* dengan jointing pasir. Sebelum diberi gaya vertical jarak permukaan *paving block* dengan besi penopang diukur menggunakan meteran, setelah itu diberi gaya vertical dan kemudian di ukur kembali untuk mengetahui selisih awal dan setelah diberi gaya. Dari hasil selisih maka diketahui besarnya penurunan yang terjadi.

Ketika sudah mendapatkan hasil penurunan dari uji *push in* dilakukan analisis mengenai kesesuaian/pengapliaksian pada keadaan riil dengan menggunakan perbandingan dimensi penekan uji *push in* dengan dimensi ban mobil yang berada di atas *paving block* sehingga menemukan besarnya penurunan *paving block* pada keadaan riil. Berikut tabel **Tabel 4.2.** spesifikasi uji *push in* :

Tabel 4.2. Spesifikasi *paving block* pada uji ambelsan (*push in test*)

No	Variasi <i>Jointing</i>	Jenis <i>Paving Block</i>	Ketebalan <i>Paving</i> (cm)	Pola penyusunan	Kuat tekan	Beban (kg/cm ²)
1	Dengan Pasir (3 mm)	<i>Holland</i>	6	<i>Stretcher Bond</i>	K-250	40
2	Tanpa pasir	<i>Holland</i>	6	<i>Stretcher Bond</i>	K-250	40

4.2.1. Menggunakan *Jointing* (3 mm) Pasir

Pada pengujian *push in* menggunakan *jointing* setebal 3 mm dengan pasir menggunakan alat *hydraulic jack* dengan gaya vertikal sebesar 40 kg/cm² menghasilkan penurunan sebesar 0,5 cm. Hasil pengujian *push in test* di laboratorium kemudian dianalisis menggunakan persamaan untuk mengetahui penurunan pada *paving block* di keadaan riil. Berikut persamaan yang digunakan:

- Berdasarkan hasil uji *push in* laboratorium di dapatkan 0,5 cm untuk penurunan dengan *jointing* pasir dengan beban 40 kg/cm².
- Dari hasil di atas di perlukan data luas lingkaran penekan pada uji *push in* dan luas bidang ban yang berada di atas *paving block* pada keadaan riil. Ban mobil yang digunakan sebagai sample adalah mobil jenis MPV Terios:

Mencari luas lingkaran:

$$L = \pi \times D \dots\dots\dots (2)$$

$$L = 3,14 \times 11 = 34,54 \text{ cm}^2$$

Mencari luasan bidang ban mobil yang berada di atas *paving block*:

Dengan melakukan pengukuran pada bidang ban mobil menggunakan kertas yang ditaruh di bawah ban mobil menggunakan rumus luas persegi panjang:

$$L = P \times L \dots\dots\dots (3)$$

$$L = 16 \times 22 = 352 \text{ cm}^2$$

- Dari data luas lingkaran penekan uji *push in* dan luasan bidang ban mobil yang berada di atas *paving block* pada kondisi berhenti (parkir) di keadaan riil dapat

disubstitusikan ke dalam persamaan 1 untuk mencari penurunan pada keadaan riil sebagai berikut.

Menggunakan *jointing* pasir (3 mm)

$$X_1 X_2 = Y_1 Y_2$$

$$34,54 \times 0,5 = 352 \times Y_2$$

$$Y_2 = 0,00360 \text{ cm}$$

Tabel 4.3. Hasil penurunan *paving block* menggunakan persamaan 1 untuk 1 *paving* menggunakan *jointing* pasir

Keadaan	Penurunan <i>jointing</i> pasir
Laboratorium (<i>push in test</i>)	0,5 cm
Riil	0,00360 cm

- Untuk mencari besarnya penurunan yang terjadi pada masing – masing *paving block* yang berada di bawah ban mobil maka dilakukan pembagian dari data penurunan *paving* dengan data kebutuhan *paving* yaitu sebanyak 4 buah dengan perhitungan sebagai berikut sebagai berikut:

Penurunan pada keseluruhan *paving block* yang berada di bawah ban mobil

= *hasil penurunan : kebutuhan paving*

= $0,00360 : 4 = 0,0009 \text{ cm}$ di skala 1:100 menjadi 0,009 cm

4.2.2. Tanpa *Jointing*

Pada pengujian *push in* tanpa menggunakan *jointing* di uji menggunakan alat *hydraulic jack* dengan gaya vertikal sebesar 40 kg/cm^2 menghasilkan penurunan sebesar 1 cm. Hasil pengujian *push in test* di laboratorium kemudian dianalisis menggunakan persamaan untuk mengetahui penurunan pada *paving block* di keadaan riil. Berikut persamaan yang digunakan:

- Berdasarkan hasil uji *push in* laboratorium di dapatkan 1 cm untuk penurunan dengan *jointing* pasir dengan beban 40 kg/cm^2 .
- Dari hasil di atas di perlukan data luas lingkaran penekan pada uji *push in* dan luas bidang ban yang berada di atas *paving block* pada keadaan riil. Ban mobil yang digunakan sebagai sample adalah mobil jenis MPV Terios:

Mencari luas lingkaran menggunakan persamaan 2 :

$$L = \pi \times D \dots\dots\dots (2)$$

$$L = 3,14 \times 11 = 34,54 \text{ cm}^2$$

Mencari luasan bidang ban mobil yang berada di atas *paving block*:

Dengan melakukan pengukuran pada bidang ban mobil menggunakan kertas yang ditaruh di bawah ban mobil menggunakan persamaan 3 rumus luas persegi panjang:

$$L = p \times l \dots\dots\dots (3)$$

$$L = 16 \times 22 = 352 \text{ cm}^2$$

- Dari data luas lingkaran penekan uji *push in* dan luasan bidang ban mobil yang berada di atas *paving block* pada kondisi berhenti (parkir) dikeadaan riil dapat disubstitusikan ke dalam persamaan 1 untuk mencari penurunan pada keadaan riil sebagai berikut.

Menggunakan *jonting* pasir (3 mm)

$$X_1 X_2 = Y_1 Y_2$$

$$34,54 \times 1 = 352 \times Y_2$$

$$Y_2 = 0,098 \text{ cm}$$

Tabel 4.4. Hasil penurunan *paving block* menggunakan persamaan 1 untuk 1 *paving* tanpa menggunakan *jointing*

Keadaan	Penurunan tanpa <i>jointing</i>
Laboratorium (<i>push in test</i>)	1 cm
Riil	0,098 cm

- Untuk mencari besarnya penurunan yang terjadi pada masing – masing *paving block* yang berada di bawah ban mobil maka dilakukan pembagian dari data penurunan *paving* dengan data kebutuhan *paving* yaitu sebanyak 4 buah dengan perhitungan sebagai berikut sebagai berikut:

Penurunan pada keseluruhan *paving block* yang berada di bawah ban mobil (tanpa *jointing*)

= hasil penurunan : kebutuhan paving

= $0,098 : 4 = 0,0245 \text{ cm}$ di skala 1:100 menjadi 2,45 cm

Jadi dari pembahasan di atas dapat di tentukan penurunan *paving block* baik dalam keadaan laboratorium maupun keadaan riil sebagai berikut:

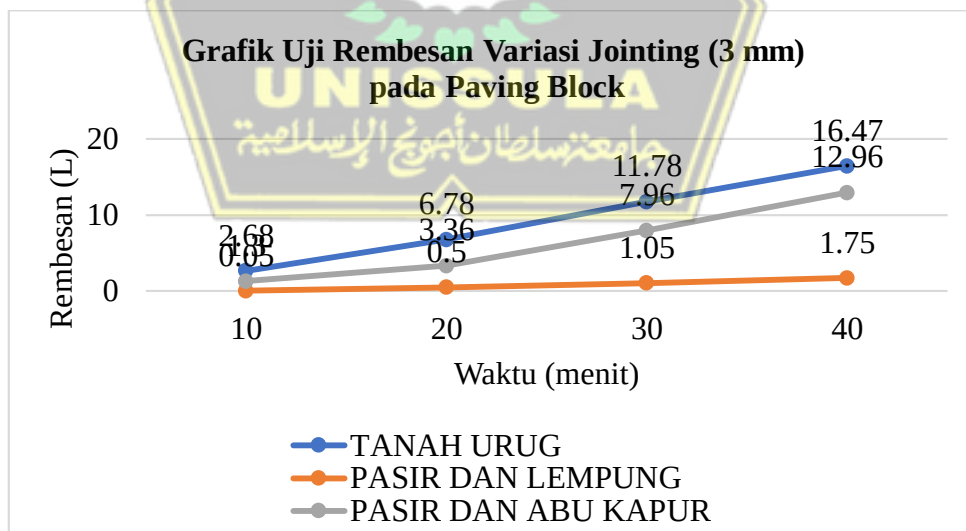
Tabel 4.5. Hasil penurunan *paving block* pada kedua kondisi

Keadaan	Laboratorium (<i>push in test</i>)	Riil
Penurunan dengan <i>jointing</i> pasir (3mm)	0,5 cm	0,00009 cm
Penurunan tanpa <i>jointing</i>	1 cm	0,0245 cm
Hasil skalatis	50 cm dan 100 cm	0,009 cm dan 2,45 cm

Dapat disimpulkan dari hasil penurunan *paving block* di atas bahwa penggunaan bahan untuk mengisi *jointing* sangat berpengaruh pada kekuatan *paving* dalam menerima dan menyalurkan beban sehingga penurunan *paving block* yang terjadi bisa diminimalisir.

4.3. Efisiensi variasi *jointing* (3 mm) dalam menerima beban dan menyerap air

Setelah melakukan penelitian terhadap resapan air dari masing – masing bahan *jointing* yang digunakan, dihasilkan grafik perbandingan sebagai berikut :



Gambar 4.5. Grafik uji rembesan variasi *jointing* (3 mm) pada *paving block*

Pada **Gambar 4.5.** perhitungan amblesan menggunakan alat *hydraulic jack* diketahui bahwa penggunaan *jointing* sangat berpengaruh terhadap penurunan

paving block itu sendiri. Oleh karena itu pada pembahasan resapan ini diasumsikan bahwa daya serap air berbanding lurus dengan penurunan muka *paving block* ketika di berikan beban yang artinya semakin besar daya serap atau air yang terhitung maka semakin besar penurunan yang akan terjadi.

Berikut hasil efisiensi yang di dapat:

- a. Penggunaan bahan *jointing* setebal 3 mm tanah urug sebagai pengganti pasir menyerap air paling banyak diantara dua bahan lainnya dengan total air yang diserap yaitu 16,47 liter dari 20 liter air yang diberikan selama waktu 40 menit dengan rata – rata serapan yaitu 0,9427 liter/menit. Hal ini dikarenakan tanah urug termasuk ke dalam tanah laterit (tanah yang memiliki warna ke merah – merahan atau ke coklat – coklatan) dengan kandungan organik sedang dan kemampuan menyerap air (permeabilitas) tinggi. Dengan itu maka tanah ini mengakibatkan tingginya laju infiltrasi pada tanah. Selain itu, semakin banyak bahan tersebut menyerap air maka akan semakin banyak menimbulkan kerusakan/ketidakstabilan pada struktural perkerasan *paving block*. Sehingga bahan ini tidak cocok untuk mengatasi amblesan dan serapan air pada perkerasan *paving block*.
- b. Penggunaan bahan *jointing* setebal 3 mm pasir dan tanah lempung sebagai pengganti pasir menyerap air paling sedikit dengan total 1, 75 liter dari 20 liter yang diberikan selama waktu 40 menit dengan rata – rata serapan yaitu 0,0837 liter/menit. Hal ini dikarenakan menggunakan dua bahan yang dicampur dengan karakteristik masing – masing bahan yang memiliki tingkat permeabilitas atau kemampuan menyerap air rendah. Lempung sendiri terdiri dari butiran – butiran liat yang sangat halus dan padat sehingga susah dilalui oleh air walaupun tanah lempung yang digunakan sudah dikeringkan namun tetap masih memiliki tingkat permeabilitas rendah ketika di berikan air. Sehingga bahan ini cocok untuk mengatasi amblesan dan serapan air pada perkerasan *paving block*.
- c. Penggunaan bahan *jointing* setebal 3 mm pasir dan abu kapur sebagai pengganti pasir menyerap air dengan kecepatan di bawah tanah urug tetapi di atas pasir dan lempung dengan total air yang di serap yaitu 192, 96 liter dari 20 liter air yang diberikan dengan waktu selama 40 menit dengan rata – rata serapan yaitu

0,6395 liter/menit. Hal ini dikarenakan pasir memiliki sifat permabilitas yang rendah karena lebih berongga dan tergolong ke dalam tanah berbutir kasar menurut USCS tetapi di campur dengan abu kapur yang berbutir halus dan gampang larut air sehingga dua kombinasi ini menghasilkan sifat bahan yang bisa dilalui air namun tidak sebesar tanah urug. Sehingga bahan ini tidak cocok untuk mengatasi amblesan dan serapan air pada perkerasan *paving block*.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada penelitian Analisis *Jointing* pada Perkerasan *Paving Block* untuk Mengatasi Amblesan dan Serapan Air maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

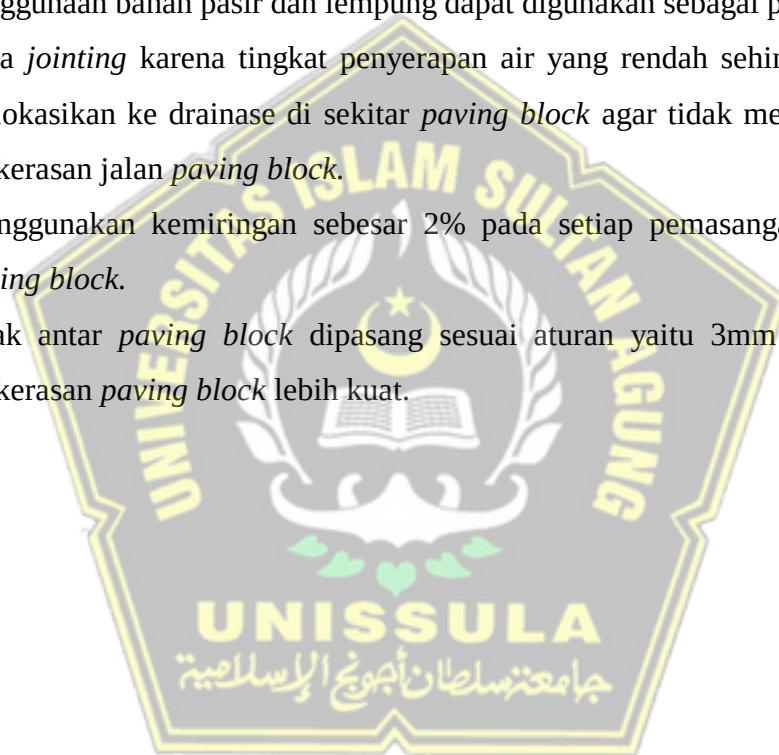
- a. Dari eksperimen yang dilakukan di laboratorium jalan raya fakultas teknik unissula untuk uji resapan air dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:
 - Pada uji resapan air pada *paving block* menggunakan 3 sampel benda uji dihasilkan waktu efektif penyerapan air berada pada waktu – waktu awal hingga satu hari setelahnya kemudian hari kedua hingga berikutnya penyerapan yang terjadi konstan.
 - Pada uji resapan air pada *paving block* menggunakan *jointing* 3 bahan berupa pasir dan abu kapur, pasir dan tanah lempung, serta tanah urug sebagai pengganti *jointing* pasir yang paling cepat menyerap air yaitu tanah urug dengan total serapan air yaitu 16,47 liter dari 20 liter air dan yang paling lama menyerap air yaitu campuran pasir dan tanah lempung dengan total serapan air 1,75 liter dari 20 liter, keduanya diberikan waktu selama 40 menit. Rata – rata serapan dari bahan tanah urug yaitu 0,9427 liter/menit dan campuran pasir dengan tanah lempung yaitu 0,0837 liter/menit.
- b. Uji amblesan (*push in test*) pada *paving block* mendapatkan hasil untuk penggunaan pasir sebagai *jointing* terjadi amblesan sebesar 0,5 cm dan tanpa menggunakan bahan *jointing* terjadi amblesan sebesar 1 cm dengan skala 1 : 100 masing – masing menjadi 50 cm dengan pasir dan 100 cm tanpa pasir dengan *jointing* setebal 3 mm. Hasil analisis untuk keadaan riil menunjukkan penurunan *paving block* sebesar 0,009 cm dengan *jointing* pasir dan 2,45 cm tanpa *jointing* sudah terskalatis. Oleh karena itu, pengisian *jointing* sangat berpengaruh terhadap amblesan yang terjadi pada *paving block*.
- c. Efisiensi yang didapat pada eksperimen ini yaitu campuran pasir (50%) dan tanah lempung (50%) sebagai bahan pengisi *jointing* (3 mm) yang cocok untuk mengatasi amblesan dan serapan air (infiltrasi) karena tidak banyak air yang meresap sehingga tidak cepat merusak struktural *paving block* dan air yang ada

dapat diakomodasikan/dialihkan ke drainase terdekat. Campuran pasir dan tanah lempung pada eksperimen ini mempunyai tingkat kecepatan serapan air paling lama dari dua bahan lainnya dengan total air yang di serap yaitu 1,75 liter dari 20 liter selama 40 menit.

5.2. Saran

Berdasarkan pada penelitian Analisis *Jointing* pada Perkerasan *Paving Block* untuk Mengatasi Amblesan dan Serapan Air maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

- a. Dalam pengaplikasian fungsi *paving block* yaitu sebagai perkerasan jalan maka penggunaan bahan pasir dan lempung dapat digunakan sebagai pengganti pasir pada *jointing* karena tingkat penyerapan air yang rendah sehingga air dapat dialokasikan ke drainase di sekitar *paving block* agar tidak merusak struktur perkerasan jalan *paving block*.
- b. Menggunakan kemiringan sebesar 2% pada setiap pemasangan perkerasan *paving block*.
- c. Jarak antar *paving block* dipasang sesuai aturan yaitu 3mm – 5mm agar perkerasan *paving block* lebih kuat.



DAFTAR PUSTAKA

- Dalam, D., Memenuhi, R., & Penyelesaian, P. (2022). *ANALISIS PENURUNAN PERKERASAN PAVING BLOCK AKIBAT KADAR AIR PADA LAPISAN SUBGRADE (Area Kampus Unissula SEMARANG)*. 30201800128.
- INDONESIA, S. N. R. (2004). *Undang undang no 34 tahun 2004 tentang TNI*. 1, 1–42. http://www.dpr.go.id/dokblog/dokumen/F_20150616_4760.PDF
- Larasati, 1215011088. (2016). Peningkatan Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah Dan Semen Dengan Alat Pemadat Modifikasi. *Larasati*, 4(1), 11–22.
- Pattipeilohy, J., Sapulette, W., & Lewaherilla, N. M. Y. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu. *Manumata Vol 5, No 2 (2019)*, 5(2), 56–64.
- Swardana, R., Sari, Y. A., & Pamadi, M. (2022). *ASPAL MENGGUNAKAN LIMBAH KERAMIK*. 17(02), 67–73.
- Tsani, N. S., & Mudiyo, R. (2019). Analisis Bahu Jalan Menggunakan Perkerasan Paving Block. *Reviews in Civil Engineering*, 3(2), 42–50. <https://doi.org/10.31002/rice.v3i2.1933>
- Dalam, D., Memenuhi, R., & Penyelesaian, P. (2022). *ANALISIS PENURUNAN PERKERASAN PAVING BLOCK AKIBAT KADAR AIR PADA LAPISAN SUBGRADE (Area Kampus Unissula SEMARANG)*. 30201800128.
- INDONESIA, S. N. R. (2004). *Undang undang no 34 tahun 2004 tentang TNI*. 1, 1–42. http://www.dpr.go.id/dokblog/dokumen/F_20150616_4760.PDF
- Adhietya Pratama Putra and Kanta Maulana Adha, *Analisis Pengaruh Bentuk Paving Block Terhadap Kelendutan Perkerasan Jalan*. Diss. Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang (UNISSULA), 2018.
- Arfiane, D. A. (2017). Peningkatan Ketahanan Aus Paving Block Dengan Modifikasi Campuran Semen Pasir Yang Dibuat Manual. Badan Standar Nasional. (Sni 03-2097, 1991).
- Nugroho, E. N. (2017). Analisis Interlocking Paving Block Bentuk Hexagonal Dengan Metode Finite Element 3d Program Sap 2000. Badan Standar Nasional. Bata Beton (Paving Block), Sni 03-0691-1996.
- Rajasya, Yanto.(Juli 2022). Analisis Penurunan Perkerasan Paving Block Akibat Kadar Air Pada Lapisan Subgrade. <https://udluthfi.co.id/wp-content/uploads/2022/02/fococlipping-20220204-144156.png> diakses pada Sabtu, 1 Oktober 2022
- <https://ilmugeografi.com/wp-content/uploads/2015/10/tanah-liat.jpg> diakses pada Sabtu, 1 Oktober 2022