

TUGAS AKHIR

ANALISA PENURUNAN PEMASANGAN *PAVING BLOCK* YANG DIPENGARUHI OLEH GELOMBANG AIR

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



Disusun Oleh :

Mohammad Khaidar Khanif

NIM : 30202200337

Hafiyyan Rizqur Rahman

NIM : 30201700076

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENURUNAN PEMASANGAN *PAVING BLOCK* YANG DIPENGARUHI OLEH GELOMBANG AIR



Mohammad Khaidar Khanif

NIM : 30202200337



Hafiyyan Rizqur Rahman

NIM : 30201700076

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 29 Juli 2024

Tim Penguji

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

NIDN: 0605016802

2. **Eko Muliawan Satrio, ST., M.T**

NIDN: 0610118101

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

NIDN: 0611118903

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: 12/A.3/SA-T/V/2024

Pada hari ini tanggal 29 November 2021 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., P.hD.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Eko Muliawan Satrio, ST., MT
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Mohammad Khaidar Khanif
NIM : 30202200337

Hafiyyan Rizqur Rahman
NIM : 30201700076

Judul : Analisa Penurunan Pemasangan *Paving Block* Yang Dipengaruhi Oleh Gelombang Air

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	29/11/2021	
2	Seminar Proposal	23/12/2022	ACC
3	Pengumpulan data	27/12/2023	
4	Analisis data	2/01/2024	
5	Penyusunan laporan	11/01/2024	
6	Selesai laporan	19/07/2024	ACC

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

Dosen Pembimbing Utama



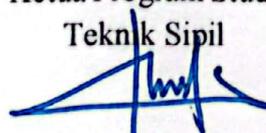
Ir. H. Rachmat Mudyono., MT., P.hD.

Dosen Pembimbing Pendamping



Eko Muliawan Satrio, ST., MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

2024/8/8 13:06

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

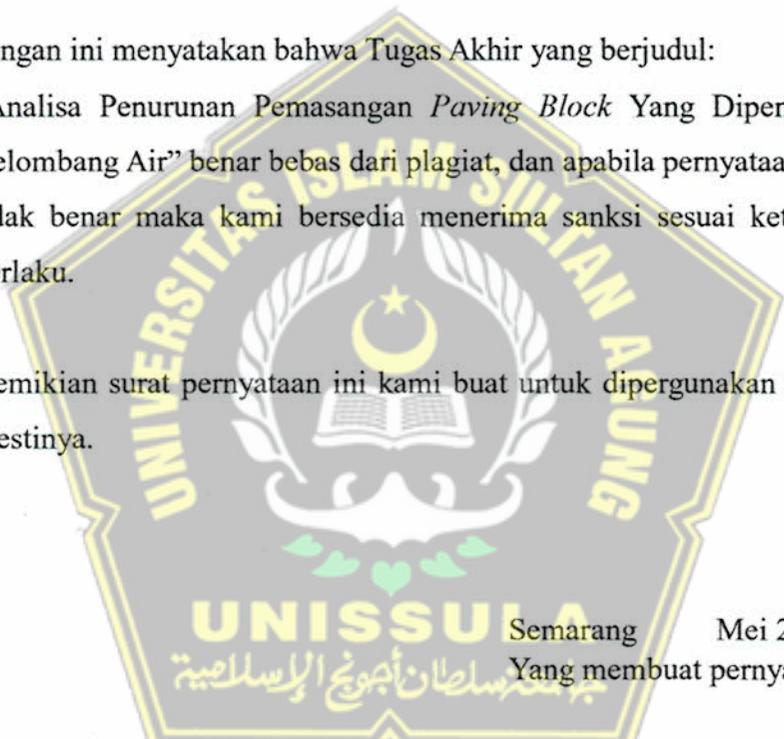
Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. NAMA : Mohammad Khaidar Khanif
NIM : 30202200337
2. NAMA : Hafiyyan Rizqur Rahman
NIM : 30201700076

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

“Analisa Penurunan Pemasangan *Paving Block* Yang Dipengaruhi Oleh Gelombang Air” benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang

Mei 2024

Yang membuat pernyataan,

Mohammad Khaidar Khanif
NIM : 30202200337

Hafiyyan Rizqur Rahman
NIM : 30201700076

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. NAMA : Mohammad Khaidar Khanif
NIM : 30202200337
2. NAMA : Hafiyyan Rizqur Rahman
NIM : 30201700076

JUDUL TUGAS AKHIR : Analisa Penurunan Pemasangan *Paving Block*
Yang Dipengaruhi Oleh Gelombang Air

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami. Kami tidak menyantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

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

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya secara sadar tanpa paksaan siapapun.

Semarang Mei 2024
Yang membuat pernyataan,



Mohammad Khaidar Khanif
NIM : 30202200337

Hafiyyan Rizqur Rahman
NIM : 30201700076

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ ءَامَنَ أَهْلُ
الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمْ 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)

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا
يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۗ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

“Hai orang-orang yang beriman apabila dikatakan kepadamu; Berlapang-lapanglah dalam majlis, maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan (berdirilah kamu), maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang di beri ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.” (QS. Al-Mujadalah : 11)

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ جَاءَ رَجُلٌ إِلَى رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَقَالَ جِئْتُ
أَبَايُكَ عَلَى الْهَجْرَةِ وَتَرَكْتُ أَبَوَيَّ يَبْكِيَانِ فَقَالَ ارْجِعْ فَأَضْحِكُهُمَا كَمَا أَبْكَيْتَهُمَا

“Dari sahabat Abdullah bin Amr ra, ia bercerita, seorang sahabat mendatangi Rasulullah SAW dan mengatakan, aku datang kepadamu untuk berbaiat hijrah dan kutinggalkan kedua orang tuaku dalam keadaan menangis. Rasul menjawab ‘pulanglah, buatlah keduanya tertawa sebagaimana kau membuat mereka menangis.’ (HR Abu Dawud)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua yang saya cintai Ibu Eny Rahmawati dan Bapak Mukhamad Muslikhan yang selalu memberikan motivasi, kasih sayang, doa, biaya serta dukungan dan arahan yang menjadi penyemangat hati dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Dan tak lupa juga adik saya Nurina Qurrotu Aini yang selalu memberikan masukan dan support kepada kakaknya.
3. pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono MT.,Ph.D. dan Bapak Eko Muliawan Satrio ST.,M.T yang telah membimbing kami sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dan sangat berguna selama saya menempuh pendidikan di Fakultas Teknik UNISSULA.
5. Terima kasih kepada sahabat saya Hafiyyan Rizqur Rahman selaku partner Tugas Akhir saya yang telah melewati berbagai macam masalah atau rintangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini akhirnya bisa terselesaikan juga.
6. Teman-teman angkatan 2017, 2018 Fakultas Teknik UNISSULA terutama Hendra yang selalu menghibur, memberikan dukungan serta semangat selama penyelesaian Tugas Akhir.
7. Kepada diri saya sendiri, Mohammad Khaidar Khanif yang sudah berjuang melewati banyak rintangan, cobaan, dan masalah dalam mengerjakan Tugas Akhir, akhirnya bisa terselesaikan juga, semoga menjadi pribadi yang sabar dalam menghadapi ujian.

Mohammad Khaidar Khanif
NIM : 30202200337

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, Sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua yang saya cintai Ibu Sri Kuntiasih dan Bapak Rochmad yang selalu memberikan motivasi, kasih sayang, doa, biaya serta dukungan dan arahan yang menjadi penyemangat hati dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Dan tak lupa juga konsultan pengawas saya Bapak Tri dan juga Mas Fikri yang selalu memberikan masukan dan support kepada saya.
3. pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono MT.,Ph.D. dan Bapak Eko Muliawan Satrio ST.,M.T yang telah membimbing kami sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dan sangat berguna selama saya menempuh pendidikan di Fakultas Teknik UNISSULA.
5. Terima kasih kepada sahabat saya Mohammad Khaidar Khanif selaku partner Tugas Akhir saya yang telah melewati berbagai macam masalah atau rintangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini akhirnya bisa terselesaikan juga.
6. Teman-teman angkatan 2017 Fakultas Teknik UNISSULA terutama watsiq, ajik dan isye yang selalu menghibur, memberikan dukungan serta semangat selama penyelesaian Tugas Akhir.
7. Kepada diri saya sendiri, Hafiyyan Rizqur Rahman yang sudah berjuang melewati banyak rintangan, cobaan, dan masalah dalam mengerjakan Tugas Akhir, akhirnya bisa terselesaikan juga.

Hafiyyan Rizqur Rahman
NIM : 30201700076

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Penurunan Pemasangan *Paving Block* Yang Dipengaruhi Oleh Gelombang 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 Dr. Abdul Rochim, ST.,MT 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. Bapak Ir. H. Rachmat Mudyono MT.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
4. Bapak Eko Muliawan Satrio ST.,MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, dan saran dan dorongan semangat.
5. Semua pihak yang 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 dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	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
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Perkerasan Jalan <i>Paving Block</i>	5
2.2. <i>Paving Block</i>	5
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>	8
2.2.3.1. <i>Paver</i>	9
2.2.4. Ketebalan Paving	9
2.3. Pola Penyusunan	10
2.3.1. Bentuk <i>Paving Block</i>	11

2.3.2. Tebal Pasir Alas	14
2.4. Jarak Sambungan (<i>Jointing Width</i>)	16
2.5. Mekanisme Kerusakan Perkerasan Jalan Akibat Genangan Air	16
2.5.1. Kerusakan Akibat Internal Flooding	16
2.6. Rumus Perhitungan Rata-Rata Mean	25
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1. Tahapan Penelitian	29
3.1.1. Tahap Identifikasi	29
3.1.2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	29
3.1.3. Tahap Hasil dan Kesimpulan	29
3.2. Metode Pengumpulan Data	29
3.2.1. Data Primer	30
3.2.2. Data Sekunder	30
3.2.3. Alat Uji Penelitian	30
3.2.4. Bahan Uji Penelitian	34
3.2.5. Desain Simulasi Alat Uji	35
3.3. Metode Pengolahan Data	37
3.4. Metode Analisis Data Rata-Rata	38
3.5. Bagan Alur Penelitian	38
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Uji Penurunan Pada Paving	42
4.1.1. Langkah-Langkah Penelitian	42
4.1.2. Penurunan <i>Paving Block</i>	47
4.1.3. Alternatif Ketebalan Pasir	49
4.2. Hasil Analisa Penurunan Terhadap Genangan Air	50
BAB V PENUTUP	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kekuatan fisik <i>paving block</i>	6
Tabel 2.2. Tingkat ketebalan <i>paving block</i>	10
Tabel 2.3. Dimensi <i>paving block</i> bentuk bata	13
Tabel 2.4. Dimensi <i>paving block unipave</i> (zig-zag)	13
Tabel 2.5. Dimensi <i>paving block</i> segi enam (<i>hexagon</i>)	14
Tabel 2.6. Dimensi <i>paving block trihex</i>	15
Tabel 2.7. Dimensi <i>paving block</i> topi uskup	15
Tabel 2.8. Refrensi tentang hasil penelitian analisis <i>jointing</i> pada perkerasan <i>paving block</i>	26
Tabel 2.9. Refrensi tentang hasil penelitian pengaruh kadar air lapisan <i>sub-base course</i>	27
Tabel 2.10. Refrensi tentang hasil penelitian analisis penurunan perkerasan <i>paving block</i>	28
Tabel 3.1. Spesifikasi bahan <i>bedding sand & jointing sand</i>	35
Tabel 4.1. Data uji <i>paving holland</i> ketebalan 6 cm.....	47
Tabel 4.2. Alternatif ketebalan pasir	49
Tabel 4.3. Ketebalan pasir dan <i>jointing sand</i>	49
Tabel 4.4. Hasil penurunan <i>paving block</i>	51
Tabel 4.5. Hasil penurunan <i>paving block</i> alternatif 1.....	51
Tabel 4.6. Hasil penurunan <i>paving block</i> alternatif 2.....	52
Tabel 4.7. Hasil penurunan <i>paving block</i> alternatif 3.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	9
Gambar 2.2. Gambar Ketebalan <i>Paving Block</i>	10
Gambar 2.3. Gambar Jenis-Jenis Penataan <i>Paving Block</i>	11
Gambar 2.4. Gambar Bentuk <i>Paving Block</i>	12
Gambar 2.5. Gambar <i>Paving Block</i> Bentuk Persegi Panjang.....	12
Gambar 2.6. Gambar <i>Paving Block Unipave (Zig-Zag)</i>	13
Gambar 2.7. Gambar <i>Paving Block</i> Segi Enam (<i>Hexagon</i>)	14
Gambar 2.8. Gambar Penyebaran Tegangan Pada Tanah Dasar Pada Keadaan Berbeda	17
Gambar 2.9. Gambar Hubungan Antara Kepadatan dan CBR dengan Kadar Air Untuk <i>Silty Clay</i>	18
Gambar 2.10. Gambar <i>Plastis Deformasi</i>	19
Gambar 2.11. Gambar Sket Urutan Terjadinya <i>Pumping Action</i> Pada <i>Rigid Pavement</i>	20
Gambar 2.12. Gambar Sket Kejadian Gerakan Air Bebas Dibawah <i>Fleksible Pavement</i> Akibat Tekanan Roda	21
Gambar 2.13. Gambar Hubungan <i>Seviceability</i> Dengan Usia Jalan Secara Umum	21
Gambar 2.14. Gambar Hubungan Tingkat Pelayanan Dengan Usia Jalan ...	22
Gambar 2.15. Gambar Antara Usia Pemakaian Efektif <i>Severity Factor</i> dan Lama Badan Jalan Tergenang Air	23
Gambar 2.16. Gambar Hubungan Antara Tingkat Pelayanan Usia Jalan <i>Severity Factor</i>	24
Gambar 2.17. Gambar Rumus Perhitungan Rata-Rata Mean.....	25
Gambar 3.1. Gambar Box Kaca Ukuran 75 x 75 x 35cm	30
Gambar 3.2. Gambar Alat Ukur Meteran.....	31
Gambar 3.3. Gambar Cetok Bangunan	31
Gambar 3.4. Gambar Alat Ukur Penggaris	32
Gambar 3.5. Gambar Timbangan Digital.....	32
Gambar 3.6. Gambar Sillent.....	32
Gambar 3.7. Gambar Alat Penyiram Tanaman	33
Gambar 3.8. Gambar Saringan Agregat	33

Gambar 3.9. Gambar Alat Tulis	34
Gambar 3.10. Gambar Paving Block Bentuk Holland	34
Gambar 3.11. Gambar Pasir Muntitan.....	35
Gambar 3.12. Gambar Eksperimen Serapan Air Tampak Samping.....	36
Gambar 3.13. Gambar Langkah-Langkah Analisa Penurunan Pemasangan <i>Paving Block</i> Yang Dipengaruhi Oleh Gelombang Air.....	37
Gambar 3.14. Gambar Box Kaca Tampak Atas dan Pola Penataan <i>Herringbone</i>	38
Gambar 3.15. Gambar Bagan Alur Penelitian.....	41
Gambar 4.1. Gambar Pola Penataan <i>Herringbond</i>	43
Gambar 4.2. Gambar Penomoran Paving.....	43
Gambar 4.3. Gambar Pengisian Ketebalan Pasir 3 cm.....	44
Gambar 4.4. Gambar Pengisian Ketebalan Pasir 5 cm.....	44
Gambar 4.5. Gambar Pengisian Ketebalan Pasir 7 cm.....	45
Gambar 4.6. Gambar Pemasangan <i>Paving Holland</i> dengan Jarak <i>Jointing</i> <i>Sand</i> 3 mm.....	45
Gambar 4.7. Gambar Pemasangan <i>Paving Holland</i> dengan Jarak <i>Jointing</i> <i>Sand</i> 5 mm.....	46
Gambar 4.8. Gambar Pemasangan <i>Paving Holland</i> dengan Jarak <i>Jointing</i> <i>Sand</i> 7 mm.....	46
Gambar 4.9. Gambar Box Kaca Yang Sudah diberi Rendaman Air Setinggi 10 cm.....	47
Gambar 4.10. Gambar <i>Paving Block Holland</i>	48
Gambar 4.11. Gambar <i>Paving Block</i> Yang Sudah Diberi Gelombang Air..	50
Gambar 4.12. Gambar grafik penurunan dengan ketebalan pasir 30.0 mm ...	52
Gambar 4.13. Gambar grafik penurunan dengan ketebalan pasir 50.0 mm ...	53
Gambar 4.14. Gambar grafik penurunan dengan ketebalan pasir 70.0 mm ...	54
Gambar 4.15. Gambar kurva rata-rata	55

ANALISA PENURUNAN PEMASANGAN *PAVING BLOCK* YANG DI PENGARUHI OLEH GELOMBANG AIR

ABSTRAK

Kerusakan konstruksi jalan yang diakibatkan oleh genangan air di badan jalan dapat berupa pelepasan butiran (*ravelling*) menyebabkan kinerja jalan menjadi menurun dan umur jalan menjadi lebih singkat. Adapun tujuan penelitian pada Tugas Akhir ini adalah Mengetahui pengaruh gelombang air terhadap penurunan pemasangan *paving block*, mengetahui efek *jointing sand* paving yang terendam air akibat gelombang air dengan menggunakan metode penelitian analisa eksperimen.

Proses penelitian ini menggunakan paving holland dimasukkan kedalam box kaca ukuran 75 cm x 75 cm x 35 cm. Penyusunan paving holland dengan pola penataan *herringbond* dengan tebal bedding sand 30.0 mm, 50.0 mm, 70.0 mm dan jointing sand lebar 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm. Hasil tiap-tiap bedding sand dan jointing sand dilakukan uji gelombang air pada media dimensi box kaca 75 cm x 75 cm x 35 cm.

Hasil uji model pemasangan diperoleh hasil bahwa tebal *bedding sand* 50.0 mm dengan *jointing sand* 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm merupakan model terbaik pada pemasangan.

Kata kunci: Paving, penurunan, gelombang, air

ANALYSIS OF DECLINE IN PAVING BLOCK INSTALLATION WHICH IS AFFECTED BY WATER WAVES

ABSTRACT

Road construction damage caused by waterlogging on the road body can be in the form of grain release (raveling) causing road performance to decrease and road life to be shorter. The purpose of this Final Project research is to determine the effect of water waves on the settlement of paving block installation, to determine the effect of jointing sand paving submerged in water due to water waves using the experimental analysis research method.

This research process uses paving holland inserted into a glass box measuring 75 cm x 75 cm x 35 cm. The arrangement of paving holland with a herringbond arrangement pattern with a bedding sand thickness of 30.0 mm, 50.0 mm, 70.0 mm and jointing sand widths of 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm. The results of each bedding sand and jointing sand were tested for water waves on a glass box dimension media of 75 cm x 75 cm x 35 cm.

The results of the installation model test showed that the bedding sand thickness of 50.0 mm with jointing sand of 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm was the best model for installation.

Key words: *Paving*, decline, waves, water

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia sering ditemukan kerusakan konstruksi jalan yang diakibatkan oleh genangan air di badan jalan dapat berupa pelepasan butiran (*ravelling*) menyebabkan kinerja jalan menjadi menurun dan umur jalan menjadi lebih singkat. Genangan air dapat disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, buruknya sistem drainase, tingginya muka air tanah, dan limpasan air pada daerah rawa.

Pembangunan jalan umumnya menggunakan perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang kedap air, sehingga menyebabkan berkurangnya lahan hijau yang berdampak semakin sedikit daerah resapan air. Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengantisipasi genangan air, seperti pembuatan *paving block*, sebatas hanya untuk konstruksi *non-structural* seperti area parkir, trotoar untuk pejalan kaki, daerah lampu lalu lintas, dan lain-lain. Bata beton (*paving block*) memiliki kelebihan dibanding berbagai macam alternatif lain sebagai penutup atau pengerasan tanah. Beberapa keunggulan *paving block* antara lain, yaitu pemeliharannya mudah, Bila ada kerusakan perbaikannya tidak memerlukan bahan tambahan yang banyak. Walaupun dalam pengerjaannya perkerasan *paving block* lebih lama dari pengerjaan perkerasan lainnya.

Penelitian mengenai struktur perkerasan *paving blok* banyak dilakukan seiring perkembangannya. Indonesia sendiri masih belum banyak dikembangkan penelitian mengenai perilaku *paving block* sebagai bahan perkerasan. Maka dari itu kami melakukan penelitian untuk mendapatkan susunan *paving block* yang cocok digunakan pada daerah yang memiliki curah hujan tinggi.

Diantara bebrapa macam penutup atau pengerasan permukaan tanah, *paving blok* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan penutup atau pengerasan lainnya yaitu, *paving block* memiliki nilai estetika yang bagus, karena selain

memiliki bentuk yang bervariasi juga memiliki warna, ukuran, corak, dan tekstur permukaan yang bermacam-macam. Penggunaan *paving block* juga dapat divariasikan dengan penutup jalan lainnya. (Qomaruddin dan Sudarno, 2017) Penelitian mengenai struktur perkerasan *paving block* banyak dilakukan seiring perkembangannya. Indonesia sendiri masih belum banyak dikembangkan penelitian mengenai perilaku *paving block* sebagai bahan perkerasan. Metode elemen hingga dianggap metode terbaik dalam melakukan analisis respon perkerasan *paving block* karena dapat mempresentasikan secara mendetail keadaan di lapangan. (Ngudi dan Rahardian, 2017)

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh gelombang air pada *paving block*?
2. Bagaimana efek *jointing sand* paving yang terendam air akibat gelombang air?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Menggunakan genangan air 10 cm untuk asumsi genangan air.
2. *Paving block* yang digunakan *paving holland* dengan ketebalan 6 cm.
3. Menggunakan tebal pasir 3,5,7 cm dengan jarak *jointing sand* 3,5,7 mm

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Mengetahui efek lebar *jointing sand* paving yang terendam air akibat gelombang air.
2. Mengetahui pengaruh gelombang air terhadap penurunan permukaan pemasangan *paving block*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **Analisa Penurunan Pemasangan *Paving Block* Yang Dipengaruhi Oleh Gelombang Air** ini mencakup berbagai hal yang disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah yang mencakup identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori yang sesuai dengan pembahasan yang berkaitan dengan proses dan hasil percobaan yang akan dilaksanakan untuk memenuhi tugas akhir. Teori-teori tersebut didapatkan dari hasil kajian literasi dari beberapa sumber diantaranya jurnal, literasi online berupa artikel, E-book dan literasi dari berbagai buku yang berkaitan dengan penelitian yang akan ditinjau pada tugas akhir ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang alat dan bahan yang akan di gunakan dalam penelitian, langkah-langkah penelitian yang dijelaskan serinci mungkin, serta beberapa permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan percobaan dan penulisan tugas akhir ini.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dalam bentuk gambar, tabel, dan grafik. Hasil penelitian juga di dapat dari hasil pengujian pada benda uji yang telah di buat.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan secara menyeluruh yang sudah diringkas dengan singkat dan jelas dari hasil penelitian dan pembahasan, dan saran

mengenai berbagai aspek yang masih kurang dalam pengerjaan penelitian terdahulu agar dalam penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menjadi penelitian yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi mengenai pustaka-pustaka pada sejumlah pedoman guna memenuhi serta mendorong tersusunnya laporan.

LAMPIRAN

Berisi mengenai peta tempat pengamatan dan gambar pada tempat pengamatan serta data pendukung laporan lainnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. 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. Sebelum diimplementasikan *paving block* terlebih dahulu melalui tahap uji kualitas dan performa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Tsani & Mudiyono, 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 diluar bangunan yang permukaannya tidak cacat ataupun mengalami keretakan.

2.2. Paving Block.

Paving block biasanya digunakan sebagai bahan penutup dan pengerasan permukaan tanah, *paving block* juga memiliki kegunaan yang sangat luas untuk berbagai keperluan, dari keperluan yang sederhana sampai dengan keperluan spesifik khusus

Menurut *Spesifications for Precast Concrete Paving block*, 1980 pengelompokan *paving block* berdasarkan ketebelannya sebagai berikut :

- Ketebalan 6 cm, memiliki fungsi untuk beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas, seperti pejalan kaki dan sepeda motor.
- Ketebalan 8 cm, memiliki fungsi untuk beban lalu lintas yang frekuensinya padat, seperti mobil, bus, dan truck.
- Ketebalan 10 cm atau lebih, digunakan untuk beban lalu lintas yang sangat berat, seperti loader atau crane.

Adapun untuk kekuatan *paving block* ini memiliki kekuatan berkisar antara 250 kg/cm² sampai dengan 450 kg/cm² bergantung pada lapisan perkerasan.

Paving block yang sudah banyak diproduksi pada umumnya memiliki kuat tekan karakteristik antara 300 kg/cm² sampai 350 kg/cm².

Menurut SK SNI T-04-1990, pembagian kelas *paving block* berdasarkan mutu betonnya antara lain :

- *Paving block* dengan mutu beton I, nilai $f'c = 3440$ Mpa.
- *Paving block* dengan mutu beton II, nilai $f'c = 25,5-30$ Mpa.
- *Paving block* dengan mutu beton III, nilai $f'c = 17-20$ Mpa

Pengujian pada kuat tekan beton dilakukan dengan menekan benda uji silinder 150 mm x 300 mm pada standar ACI,SNI, dan kubus 150 mm x 150 mm pada standart inggris.

Adapun standar mutu kekuatan yang harus dipenuhi *paving block* untuk lantai menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kekuatan Fisik *Paving Block*

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-rata maks (%)
		Rata-rata	Minimum	Rata-rata	Minimum	
A	Perkerasan Jalan	400	350	0,009	0,103	3
B	Parkir Mobil	200	170	0,13	1,149	6
C	Pejalan Kaki	150	125	0,16	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,219	0,215	10

sumber : SNI 03-0691-1996

Klarifikasi *paving block* berdasarkan bentuk menurut SK SNI T-04-1990 terbagi menjadi dua macam, yaitu :

- *Paving block* bentuk segi empat
- *Paving block* persegi

Keberadaan *paving block* dapat menggantikan aspal dan pelat beton serta

memiliki kelebihan yang dimilikinya, yaitu :

- dapat diproduksi dalam skala besar.
- mudah dalam pemasangannya dan tidak memerlukan keahlian khusus
- pada kondisi pembebanan yang normal *paving block* masa pelayanannya dan *paving block* tidak mudah rusak.
- *paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung digunakan tanpa menunggu pengerasan seperti beton.
- tidak menimbulkan kegaduhan dalam pengerjaannya
- perbandingan harganya lebih murah dibandingkan dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.
- biaya perawatannya murah.

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

2.2.1. Bahan penyusun *paving block*

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

a. Agregat

Di definisikan sebagai material granular yang meliputi kerak tunggu besi, kerikil batu pecah dan pasir, dimana hal ini dijelaskan pada SK.SNI T1519910.

b. Air

Kegunaan air diantaranya memudahkan dalam pembuatan beton, membasahi agregat dan membantu proses kimiawi pada semen.

c. Semen

Material ini jika tercampur 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

- *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). *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 rentan harganya tidak begitu jauh dari *paving block* press mesin vibrasi.

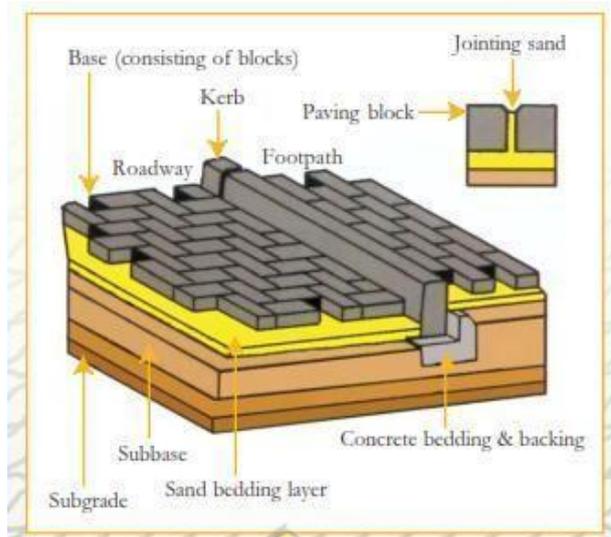
- *Paving block* press hidrolik

Cara pembuatannya memakai mesin press hidrolik bertekanan 300 kg/cm^2 dengan tingkat kualitas yang dihasilkan berada dalam kategori B-A (K 300-45). *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 *base course* 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. *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*

Secara umum *paving block* yang diproduksi dipasaran mempunyai ketebalan yang berbeda 60 mm, 80 mm dan 100 mm. *Paving block* memiliki penggunaan yang berbeda tiap tipe ketebalannya dan disesuaikan dengan kebutuhan sebagai berikut : *Paving block* dengan ketebalan 60 mm, dipergunakan pada beban lalu lintas ringan yang memiliki frekuensi terbatas pada pejalan kaki dan kadang-kadang sendang.

Paving block dengan ketebalan 80 mm, dipergunakan bagi beban lalu lintas sedang yang memiliki frekuensi terbatas pada pick up, truck, dan bus. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm, dipergunakan untuk lalulintas yang memiliki beban berat seperti ;loader, crane , dan alat berat lainnya. *Paving block*

dengan ketebalan 100 mm ini sering dipergunakan di kawasan industri maupun pelabuhan. *Paving block* dari klasifikasi diatas bukan berdasarkan dimensi, mengingat ada banyaknya variasi bentuk dari *paving block*. Dimensi *paving block* untuk bentuk persegi panjang berkisar 105 mm x 210 mm. (Hackel, 1980 dalam Artiyani 2010) dalam penelitiannya yang berkaitan dengan dimensi *paving block* tidak terlalu berpengaruh pada penampilannya sebagai perkerasan untuk kepentingan lalu lintas.

Tabel 2.2. Tingkat Ketebalan *Paving Block*

Produk	Dimensi	Tebal
Conbloc.6	20 x 10 cm	6cm
Conbloc.8	20 x 10 cm	8cm
Conbloc.10	20 x 10 cm	10cm

(Sumber : Adhietya, 2018)

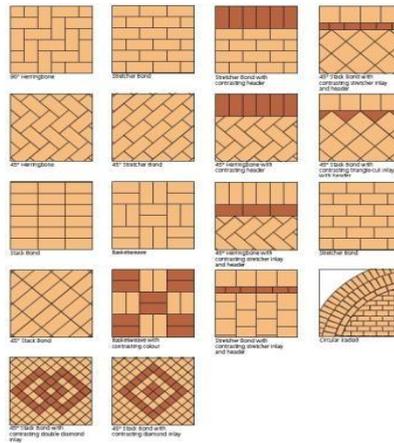


Gambar 2.2. Ketebalan *paving block*
(Sumber : Adhietya, 2018)

2.3. Pola penyusunan

Pola penyusunan sebaiknya di sesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola penyusunan ditentukan oleh peforma dan persyaratan estetika. Banyak pola penyusunan yang lain yang memungkinkan. Pola penyusunan *herringbone* adalah pola yang tahan terhadap deformasi *horizontal* dan *vertical* dan umumnya digunakan untuk trotoar industri. Untuk perkersan jalan diutamakan pola penyusunan *herringbone* karena mempunyai kuncian yang baik. Dalam proses pemasangan biasanya pada tepi susunan ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup.

Jenis-jenis penataan *paving block* dapat dilihat pada gambar 2.3. berikut ini



Gambar 2.3. Jenis-jenis penataan *paving block* (Tsani & Mudiyono, 2019).

2.3.1. Bentuk *paving block*.

Adapun bentuk *paving block* dibagi tiga klasifikasi yaitu :

Kategori A (*Four Dented*).

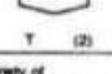
Pada kategori ini semua bagian sisinya bergerigi. Pada keempat penjuru ikatannya saling mengunci. Contoh *paving block* kategori A adalah *Anchorlock*, *Unipave*, *Uniespave* dan *Grasspave*. *Paving block* pada kategori ini biasanya digunakan untuk jalan. *Paving block* ini memungkinkan adanya *interlock* geometris di antara sisi vertikal dan sisi-sisi block yang berdekatan.

Kategori B (*Two Dented*)

Pada kategori ini hanya ada dua bagian yang berfungsi sebagai pengunci dengan susunan yang arahnya membujur. Kategori ini biasa digunakan untuk peralatan parkir.

Kategori C (*No Dented*)

Pada kategori ini *paving block* satu sama lain tidak mengunci. Kekuatan penguncian tergantung pada ketepatan ukuran dan keseragaman *paving block*. Pada kategori ini terdiri dari dua jenis yaitu *Twinpave* dan *Quadpave*. Kategori ini biasa digunakan untuk trotoar.

CATEGORY A						
	A (1)	B (1)	C (1)	D (1)	E (1)	F (1)
CATEGORY B						
						
	G (2)	H (2)	I (2)	J (2)	K (2)	L (2)
	M (2)	N (2)	O (2)	P (2)	Q (2)	R (1)
CATEGORY C						
	S (2)	T (2)	U (1)	V (2)		
NOTES	(1) Suitable for a variety of bonds including herringbone		(2) Suitable only for stretcher bond		Blocks known to have had load-distribution studies or traffic tests	

Gambar 2.4. Bentuk *paving block*
(Sumber : SNI 03-0691-1996)

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. (Mudiyono, 2019)



Gambar 2.5. *Paving block* bentuk persegi panjang
(sumber : Dokumentasi penulis)

Adapun ukuran dimensi *paving block* bentuk bata sebagai berikut

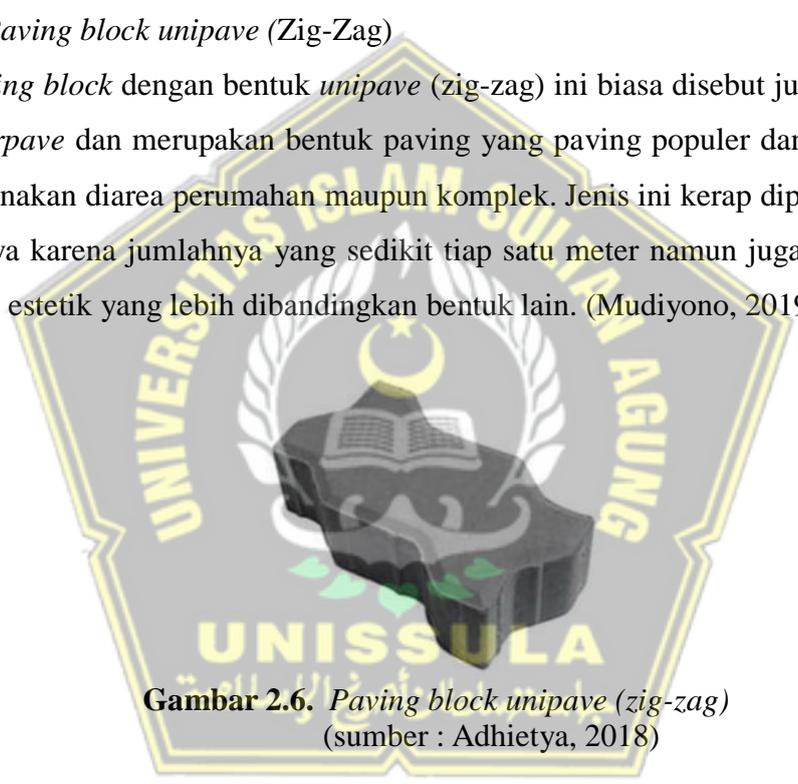
Tabel 2.3. Dimensi *paving block* bentuk bata

Paving Block Bentuk Bata				
Panjang	Lebar	Tebal	Jumlah/1m ²	Mutu Beton
21 cm	10,5 cm	6 cm	44 pcs	K-250
21 cm	10,5 cm	8 cm	44 pcs	K-250
21 cm	10,5 cm	10 cm	44 pcs	K-250

(sumber: Dokumentasi penulis)

b. Paving block unipave (Zig-Zag)

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



Gambar 2.6. *Paving block unipave (zig-zag)*
(sumber : Adhietya, 2018)

Adapun ukuran dimensi dari *paving blok unipave* sebagai berikut

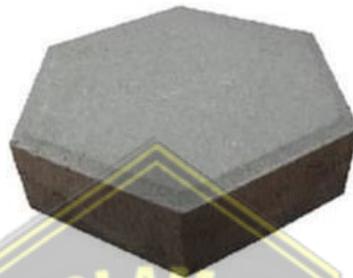
Tabel 2.4. Dimensi *paving block unipave (zig-zag)*

<i>Paving block unipave (zig-zag)</i>			
Panjang	Lebar	Tebal	Jumlah/1m ²
22,5 cm	11,5 cm	6 cm	39 pcs
22,5 cm	11,5 cm	8 cm	39 pcs
22,5 cm	11,5 cm	10 cm	39 pcs

(sumber : 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 2.7. *Paving block* segi enam (*Hexagon*)
(sumber : Adhietya, 2018)

Spesifikasi dimensi *paving block* segi enam (*Hexagon*) adalah sebagai berikut

Tabel 2.5. Dimensi *paving block* segi enam (*Hexagon*)

<i>Paving Block</i> Segi Enam (<i>Hexagon</i>)			
Panjang	Lebar	Tebal	Jumlah/1m ²
20 cm	20 cm	6 cm	27 pcs
20 cm	20 cm	8 cm	27 pcs
20 cm	20 cm	10 cm	27 pcs

(sumber : Adhietya, 2018)

2.3.2. *Tebal Pasir Alas*

Berfungsi untuk menjadi pelapis perata (platform) yang ditujukan untuk memberi kesempatan *paving block* untuk memposisikan diri terutama dalam proses penguncian (*interlocking*). Untuk segi fisik bentuk pada partikel pasir perata tidak tajam atau bulat, kadar air < 10% dan kadar lempung < 3%. Selain *badding sand* ada juga *joint filling sand* yang diisikan ke celah-celah diantara

paving block yang bertujuan untuk memberikan kondisi kelulusan air dan juga untuk menghindari bersinggungannya antara *paving block* satu ke yang lainnya. Kadar air >5%, sedangkan kadar lempung dan lanau >10% tanpa menggunakan bahan pengikat seperti semen.

Tabel 2.6. Tabel ukuran saringan pada *bedding sand*

UKURAN SARINGAN	%LOLOS SARINGAN
9,52 mm	100
4,75 mm	90-100
2,36 mm	80-100
1,18 mm	50-85
600 microns	25-60
300 microns	10-30
150 microns	5-15
75 microns	0-10

(Sumber: Adhietya, 2018)

Tabel 2.7. Tabel ukuran saringan pada *jointing sand*

UKURAN SARINGAN	%LOLOS SARINGAN
2,36 mm	100
1,18 mm	90-100
600 microns	60-90
300 microns	30-65
150 microns	15-30
75 microns	15-30

(Sumber: Adhietya, 2018)

2.4. Jarak Sambungan (*Jointing Width*)

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

2.5. Mekanisme Kerusakan Perkerasan Jalan Akibat Genangan Air

Banyak faktor-faktor yang dapat menyebabkan kerusakan-kerusakan perkerasan jalan antara lain karena usia pemakaian, terjadinya oksidasi pada lapisan permukaan aspal yang diteruskan kedalam perkerasan menyebabkan kurangnya daya lekat aspal, hilangnya fleksibilitas perkerasan jalan, proses pelapukan dan kelelahan dibawah tegangan berulang-ulang dari beban roda kendaraan juga merupakan faktor utama terjadinya retak-retak pada lapisan perkerasan. Kerusakan-kerusakan ini akan lebih cepat terjadi bila ada air kelebihan berada diantara ruang-ruang pori-pori dalam perkerasan jalan, yang tidak dapat segera keluar dan tertinggal lama disana. Proses-proses mekanisme kerusakan akibat air dapat dijelaskan berikut ini.

2.5.1. Kerusakan Akibat Internal Flooding

Pavement yang semula kedap air setelah menjalani beberapa tahun pemakaian mengalami kombinasi pengaruh dari cuaca (panas, hujan) dan tekanan lalu lintas akan timbul retak-retak pada *fleksibel pavement* atau rusaknya *joints filler* pada *rigid pavement*. Celah-celah ini merupakan jalan masuk bagi air permukaan, jalan yang tidak dilengkapi dengan drainase bawah permukaan, tidak mampu mengalirkan air yang masuk dengan cepat, sehingga air tetap tinggal di dalam badan jalan dan terjadilah keadaan banjir di dalam badan jalan (*internal flooding*).

Pada saat air memenuhi semua rongga-rongga badan jalan (*base*, *subbase* dan *subgrade*), menimbulkan kerugian-kerugian sebagai berikut :

a) Kerusakan pada *subgrade* :

- Naiknya tegangan yang diterima oleh *subgrade*.

Penyebaran tegangan ke lapisan tanah dibawahnya tergantung pada susunan butiran tanah yang ada dibawahnya. Jadi bila tanah dibawahnya dalam keadaan penuh dengan air, maka beban akan disebarkan kebawah tanpa adanya sudut penyebaran, Lihat gambar 2.8. (a) yang menunjukkan penyebaran tegangan pada jalan dimana muka air tanah berada dibawah *subgrade*, beban disebarkan meluas kebawah, sehingga *subgrade* menerima tegangan yang jauh lebih kecil dari pada tegangan dipermukaan jalan, sedangkan gambar 2.8. (b) menunjukkan penyebaran tegangan pada jalan dimana muka air berada pada permukaan jalan, beban langsung diteruskan kebawah tanpa adanya sudut penyebaran, sehingga *subgrade* menerima tegangan yang sama besar dengan tegangan dipermukaan.

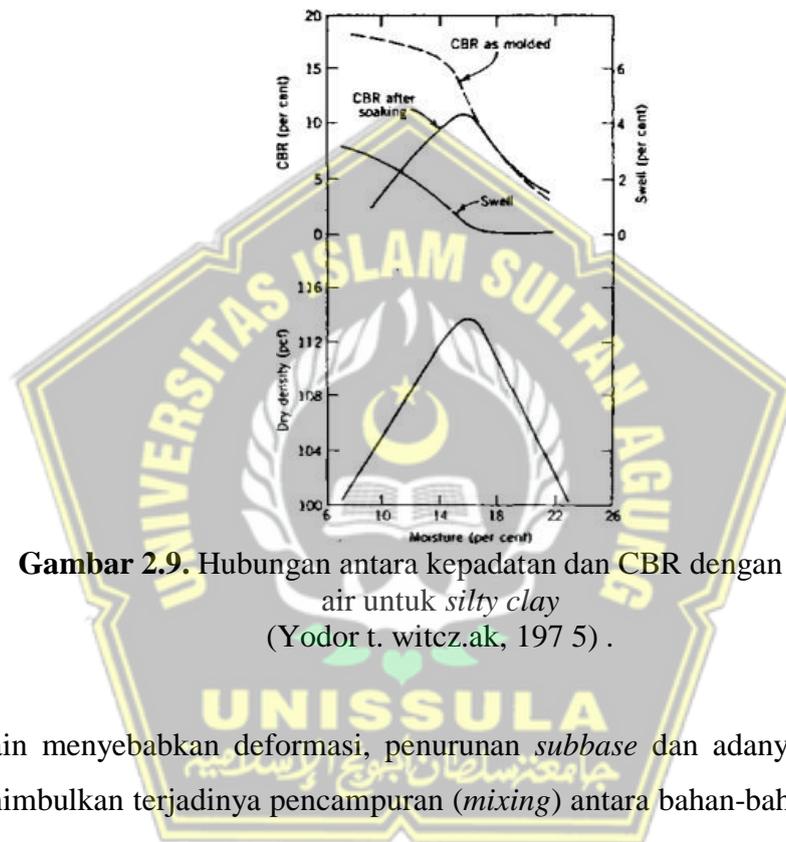


Gambar 2.8. Penyebaran tegangan pada tanah dasar pada keadaan berberda.

- Menurunnya daya dukung *subgrade*.

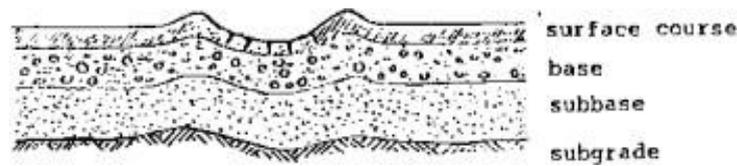
Dalam test CBR untuk *subgrade* suatu jalan, contoh tanah direndam selama 4 hari, hal ini dimaksudkan untuk menyesuaikan kondisi lapangan yang mungkin terjadi, tetapi pada jalanjalan yang tidak ber drainase bawah permukaan, air dapat tetap tinggal dalam badan jalan lebih lama dari 4 hari. Bila *subgrade* tanah terdiri dari tanah liat maka genangan air ini dapat menyebabkan naiknya derajat kejenuhan tanah, ini berarti memperlambek

tanah, tanah yang lembek daya dukungnya akan menurun. Bila kendaraan berat lewat diatas pavement ini, maka bagian-bagian *subbase* akan turun (masuk) kedalam *subgrade* yang sudah lembek sehingga *base course* dan *surface course* pun juga akan turun dan terjadilah *plastis deformasi* (dan akibatnya seperti yang telah diterangkan diatas), hubungan antara kadar air, berat isi kering, CBR dan pengembangan (swell) dapat dilihat pada grafik 2.9.



Gambar 2.9. Hubungan antara kepadatan dan CBR dengan kadar air untuk *silty clay* (Yodor t. witz.ak, 197 5) .

Selain menyebabkan deformasi, penurunan *subbase* dan adanya air dapat menimbulkan terjadinya pencampuran (*mixing*) antara bahan-bahan *subbase* sendiri atau antara bahan *subbase* dengan *subgrade*, dengan adanya pencampuran ini maka susunan dari *subbase* menjadi tidak beraturan sehingga kepadatannya pun menurun, hal ini berarti kekuatannya pun menurun, atau tidak mampu lagi menahan beban-beban kendaraan yang diteruskan melalui *surface course* dan akhirnya *surface course* pun akan retak-retak atau pecah lalu hancur, dapat dilihat pada gambar 2.10. dibawah ini

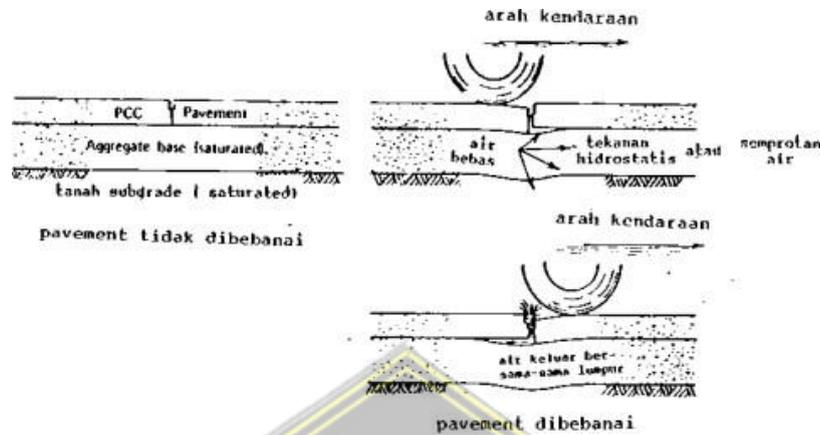


Gambar 2.10. Plastis deformasi

b) Kerusakan Pada Perkerasan

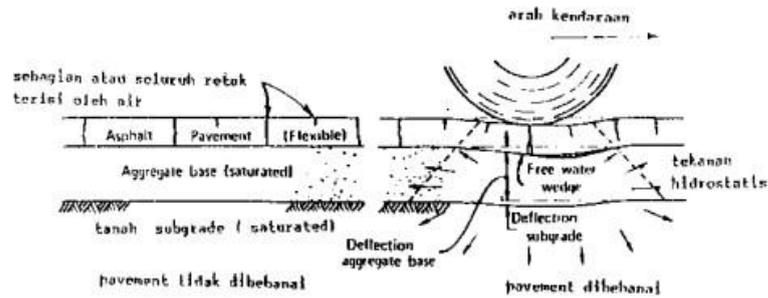
Kerusakan yang terjadi pada bagian perkerasan karena air kelebihan yang memenuhi seluruh lapisan dan rongga-rongga adalah akibat *pumping action* terutama pada *rigid pavement*, kejadiannya dapat dijelaskan sebagai berikut : Pengaruh cuaca dan beban lalu lintas yang menyebabkan retak-retak dan rusaknya *joint filler* pada *rigid pavement*, melalui celah-celah retak dan *joint filler* yang rusak, air permukaan dapat masuk kedalam badan jalan dan tetap tinggal disana, karena jalan yang tidak dapat mengalirkan dengan segera air yang ada. Genangan air dalam badan jalan menyebabkan tanah jadi lembek (*softening*), dan akibatnya daya dukung tanah menurun. Tekanan roda kendaraan berat yang lewat diatas *rigid pavement* menyebabkan ujung plat beton pada daerah joint-joint akan menurun sedikit sehingga menekan air yang ada di bawahnya kesegala arah sehingga menimbulkan tekanan hidrostatis atau semprotan air. Segera setelah roda pindah ke plat beton berikutnya, plat beton yang pertama karena kekakuannya dapat pental (kembali) ke posisi semula atau lebih tinggi sedikit dari posisi semula dan plat beton berikutnya tertekan dan ujungnya menurun, perubahan-perubahan ini juga menimbulkan tekanan pada air, dan air yang tertekan berusaha keluar melalui joint-joint kejadian ini disebut *pumping action* (aksi pemompaan), gerakan air ini juga dapat menimbulkan erosi pada *subgrade* yang telah lembek, bahan halus hasil erosi dapat bercampur dengan air menjadi lumpur, kendaraan-kendaraan berat yang lewat akan memompa lumpur ini keluar, karena keluarnya lumpur yang terus menerus akibat aksi pemompaan, akan timbul suatu rongga atau ruang kosong dibawah ujung plat beton. Ruang kosong ini dapat terisi air dan air dapat menyebabkan erosi dan pemompaan, hal ini berjalan terus dan ruang kosong pun makin lama makin besar, sehingga seolah-olah ujung plat beton tergantung (tidak ada yang mendukung) , dan

kendaraan berat yang lewat diatas plat ini akan menyebabkan retak-retaknya plat dan akhirnya mengakibatkan runtuhnya *pavement*.



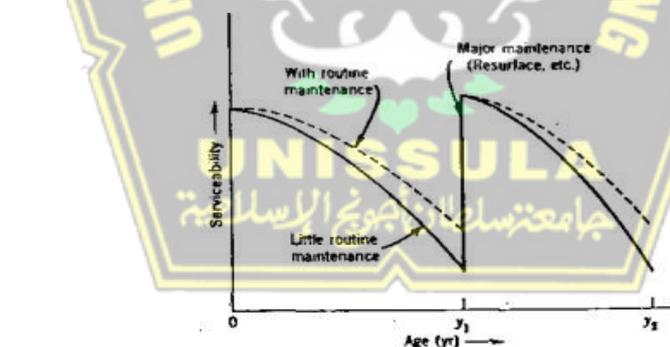
Gambar 2.11. Sket urutan terjadinya pumping action pada rigid pavement
 ("Final Report", FIIWA, 1973b)

Pada *fleksibel pavement* kerusakan akibat *pumping action* tidak seberat pada *rigid pavement*, hal ini disebabkan karena *fleksibel pavement* tidak dapat pental seperti pada *rigid pavement*. Sehingga pemompaan pun tidak akan terjadi seberat *rigid pavement*, tetapi menurut cedergren beban-beban kendaraan berat dapat juga menekan air dibawah *fleksibel pavement* yang telah bercampur dengan bahan halus hasil erosi *subgrade* keluar ke permukaan jalan, dan sebagian lagi masuk ke dalam retak-retak kecil yang dalam retak-retak ini dapat menghilangkan daya lekat aspal sehingga menghalangi penutupan retak tersebut dengan sendirinya. Adanya kejadian *pumping action* dapat dilihat timbulnya sisa-sisa lumpur pada permukaan pavement terutama *rigid pavement* yang baru dilewati kendaraan berat, mulai segera sesudah hujan berhenti sampai beberapa hari lamanya, adanya air pada *fleksibel pavement* dapat menyebabkan timbulnya oksidasi dan hilangnya fleksibilitas pada retak-retak ini sehingga dapat memperburuk keadaan retak dan dapat mempercepat kerusakan *surface course* (lihat gambar 2.11).



Gambar 2.12. Sket kejadian gerakan air bebas dibawah fleksibel pavement akibat tekanan roda ("Final Report", FHHA, 1973b)

Suatu jalan yang dibangun untuk dilewati lalu lintas dapat memberikan pelayanan yang baik/memuaskan bila kondisi jalan tersebut dalam keadaan baik, stabil, rata, tidak banyak lubang, dan tidak bergelombang. Tingkat pelayanan yang dapat diberikan oleh suatu jalan akan menurun sesuai dengan usia pemakaian dan pemeliharaan, bila suatu saat tingkat pelayanan telah mencapai demikian rendahnya, maka perlu diadakan rehabilitasi/perbaikan besar agar jalan tersebut dapat memberikan tingkat pelayanan yang baik kembali.



Gambar 2.13. Hubungan *serviceability* dengan usia jalan secara umum (Yoder S, Witczak, 1975)

Untuk menyatakan tingkat pelayanan (*serviceability*) suatu jalan AASHO memberikan *Present serviceability Index* (PSI) antara 5 untuk keadaan yang paling sempurna dan 0 untuk keadaan yang paling jelek (hubungan lalu lintas putus).

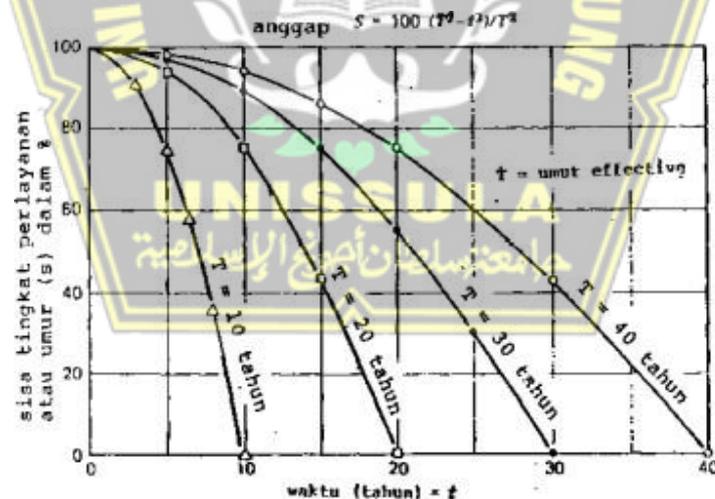
DJBM memberikan index permukaan yaitu suatu angka yang dipergunakan

untuk menyatakan keratan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat sebagai berikut

- IP = 4,2 adalah nilai maximum dari suatu permukaan aspal beton yang dikerjakan secara teliti dan baru selesai dibuka.
- IP = 2,5 Menyatakan index permukaan yang cukup stabil dan baik.
- IP = 2,0 Menyatakan permukaan masih cukup baik tetapi perlu segera diberi lapisan permukaan baru agar kecepatan lalu lintas dapat dipertahankan secara aman.
- IP = 1,5 Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak, sehingga sangat mengganggu lalu lintas, angka ini adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak putus).

Menurunnya tingkat pelayanan (*serviceability*) tidak berjalan linier sepanjang usia, sebab kerusakan-kerusakan kecil yang sudah timbul dapat mempercepat timbulnya kerusakan-kerusakan baru.

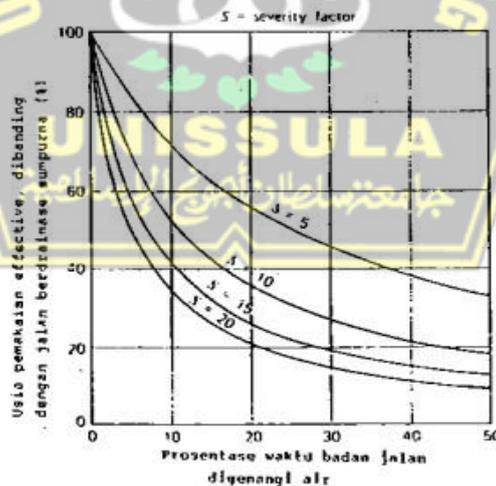
Dari persamaan tadi dapat diibaratkan grafik 2.13 yang menyatakan hubungan antara *serviceability* dan usia jalan untuk beberapa usia rencana



Gambar 2.14. Hubungan tingkat pelayanan dengan usia jalan (Cedergren, 1974)

Adanya air dalam badan jalan dapat mempercepat terjadinya kerusakan jalan, tingkat percepatan ini tergantung pada beberapa faktor, antara lain tebal pavement, tinggi muka air bebas dalam badan jalan, tingkat. kerusakan yang sudah ada. Dalam studi yang telah dilakukan untuk pengembangan *Guidelines*

(FHWA 1973) dipakai istilah *severity factor* {faktor kekerasan). untuk memperbandingkan tingkat kerusakan pada pavement yang mengandung air dan pavement yang tidak mengandung air. Misalnya adanya air menyebabkan kerusakan 5 kali lebih cepat daripada bila pavement itu tidak mengandung air maka *severity factor* = 5. Cedergren berpendapat bahwa *severity factor* dapat bervariasi antara 40 sampai 5. Selain *severity factor* lamanya jalan tersebut digenangi air juga raempengaruhi tingkat percepatan kerusakan. Kombinasi dari kedua pengaruh ini dapat diperhitungkan sebagai berikut misalnya suatu jalan, selama 10 bulan dalam 1 tahun berada dalam keadaan kering (*severity factor* = 1) dan 2 bulan dalam keadaan basah yang mempunyai *severity factor* = 10, maka percepatan kerusakan pada jalan tersebut dapat dihitung sebagai berikut $10/12 \times 1 + 2/12 \times 10 = 2.5$. Jadi jalan tersebut akan mengalami percepatan kerusakan 2.5 kali lebih cepat, atau usia jalan tersebut hanya $1/2.5 \times 100\% = 40\%$ dari usia rencana bila jalan tersebut selalu dalara keadaan kering. Dari perhitungan-perhitungan semacam ini dapat dibuatkan grafik 2.15 yang menunjukkan hubungan antara usia pemakaian *effective*, *severity factor* dan lamanya badan jalan digenangi air.



Gambar 2.15. Hubungan antara usia pemkaian efektif, *severity factor* dan lama badan jalan tergenang air (Cedergren, 1974)

Adanya percepatan kerusakan pada jalan menyebabkan timbulnya percepatan kehilangan *serviceability* pada jalan tersebut sebagai contoh grafik 2.15 menunjukkan pengaruh air terhadap *serviceability* pada jalan yang direncana

dalam pengaruh lingkungan tertentu *pervirity factor*, ($S = 1$) dengan usia rencana = 20 tahun dan *serviceability* pada jalan tersebut bila *serviceability factor* $S = 7$ dan *severity factor* $S = 22$ dengan waktu adanya air 2 bulan dalam tiap tahun.

- Garis AA adalah *serviceability* bila $S = 1$ jalan mampu bertahan selama 20 tahun.
- Garis AB adalah *serviceability* bila $S = 7$, usia jalan berkurang menjadi 10 tahun.
- Garis AC adalah *serviceability* bila $S = 22$ usia jalan hanya 5 tahun.

Bila *overlay* harus diberikan pada saat *serviceability* tinggal 40% maka berarti *overlay* harus diberikan pada saat jalan mencapai usia 13,5 tahun untuk jalan dengan $S = 1$, 7 tahun untuk jalan dengan $S = 7$ dan 3,5 tahun untuk jalan dengan $S = 22$.



Gambar 2.16. Hubungan antara tingkat pelayanan, usia jalan *severity factor*
(Cedergren, 1974)

Jadi dapat disimpulkan bahwa adanya air didalam badan jalan dapat memperpendek usia jalan dan mempercepat - penurunan *serviceability*, hal ini berarti pemeliharaan dan perbaikan akan lebih cepat dan lebih sering dilakukan daripada jalan tersebut dalam keadaan kering.

2.6. Rumus Perhitungan Rata-Rata Mean

Mean adalah nilai rata-rata yang diperoleh dari pembagian antara jumlah nilai keseluruhan dengan banyak data yang diperoleh.

a. Persamaan 1 mean data tunggal

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

\bar{X} = nilai rata-rata

X_1 = datum ke-1,2,3,...,n

n = banyak datum



Tabel 2.8. Refrensi Tentang Hasil Penelitian Analisis Jointing pada Perkerasan *Paving Block*

No.	Nama Peneliti dan Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Variabel	Hasil Penelitian
1	Uppie Siti Rupiah, Zhahra Larasati, Tahun 2022 Analisis Jointing pada perkerasan <i>Paving Block</i> untuk mengatasi amblesan dan serapan air	<p>a. Untuk mengetahui penyerapan air yang terjadi ketika Jointing diganti dengan campuran pasir dan abu kapur pasir dan lempung dan tanah urug saja.</p> <p>b. Untuk mengetahui amblesan yang terjadi ketika jointing menggunakan pasir dan tanpa pasir</p>	<p>Secara umum penelitian dapat diuraikan menjadi 3 tahap yaitu, tahapan identifikasi, tahapan pengumpulan dan pengolahan data, serta tahapan kesimpulan.</p>	<p>Pada eksperimen ini menggunakan <i>Paving Block</i> jenis <i>holland</i> dengan ukuran ketebalan 6 cm</p>	<p>Hasil dari eksperimen ini yaitu campuran pasir (50%) dan tanah lempung (50%) sebagai bahan pengisi <i>Jointing</i> (3mm) yang cocok untuk mengatasi amblesan dan serapan air (Infiltrasi). Karena tidak banyak air yang meresap sehingga tidak cepat merusak struktural <i>Paving Block</i></p>

Tabel 2.9. Refrensi Tentang Hasil Penelitian Pengaruh kadar air lapisan *sub-base course*

No.	Nama Peneliti dan Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Variabel	Hasil Penelitian
2	Arga Rosantika, Brian Kennardi Hananto P. Tahun 2021 Pengaruh kadar air lapisan <i>sub-base course</i> terhadap amblesan perkerasan <i>Paving Block</i>	<p>a. Mengetahui pengaruh kadar air yang bervariasi (10%, 20%, 30%) pada lapisan <i>sub-grade</i> terhadap amblesan perkerasan jalan paving</p> <p>b. Mengetahui perbedaan amblesan perkerasan jalan paving di musim kemarau dan musim hujan</p>	<p>Secara umum penelitian dapat diuraikan menjadi 3 tahap yaitu, tahapan identifikasi, tahapan pengumpulan dan pengolahan data, serta tahapan kesimpulan.</p>	<p>Pada eksperimen ini menggunakan <i>Paving block</i> jenis <i>holland</i> dengan ukuran ketebalan 8 cm</p>	<p>Kadar air sangat mempengaruhi dalamnya amblesan, semakin banyak kadar air, semakin tinggi penurunannya.</p>

Tabel 2.10. Refrensi Tentang Hasil Penelitian Analisis Penurunan Perkerasan *Paving Block*

No.	Nama Peneliti dan Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Variabel	Hasil Penelitian
3	Muhammad Ilham Hatta Rajasya, Muhammad Artha Dwi Yanto Tahun 2022 Analisis penurunan perkerasan <i>paving block</i> akibat kadar air pada lapisan <i>sub-grade</i>	<p>a. Untuk mengetahui volume lalu lintas jenis kendaraan yang melintasi jalan kampus Unissula</p> <p>b. Untuk mengetahui berapa besar VDF (Vehicle Damage Factor) pada beban lalu lintas yang mempengaruhi perkerasan <i>Paving Block</i></p>	<p>Secara umum penelitian dapat diuraikan menjadi 3 tahap yaitu, tahapan identifikasi, tahapan pengumpulan dan pengolahan data, serta tahapan kesimpulan.</p>	<p>Pada eksperimen ini menggunakan <i>Paving block</i> jenis <i>holland</i> dengan ukuran ketebalan 6 cm dan pola penyusunan <i>Herring Bond</i></p>	<p>Uji beban verikal yang dilakukan di Laboratrium pada lapisan <i>sub-grade</i> dengan kadar air 20% diperoleh penurunan 5,2 cm, kadar air 25% diperoleh penurunan 8 cm dan kadar air 30% diperoleh penurunan 11,90 cm.</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Secara umum tahapan penelitian dapat diuraikan menjadi 3 tahapan, yaitu tahapan indentifikasi, tahapan pengumpulan dan pengolahan data, serta tahapan analisa dan kesimpulan.

3.1.1 Tahap Indentifikasi

Pada tahap ini dimulai dengan cara merumuskan masalah dari latar belakang yang telah diambil lalu menentukan topik penelitian yang akan dibahas. Setelah itu dilakukan studi pustaka mengenai topik yang telah ditentukan.

3.1.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data, maka data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data primer dan sekunder. Data tersebut masing masing akan dikumpulkan dengan cara survey lapangan, dan mengumpulkan data jenis penelitian yang terdahulu, dan juga mengumpulkan data dari eksperimen susunan dan tipe perkerasan *paving block* pada daerah genangan banjir.

3.1.3 Tahap Hasil dan Kesimpulan

Dari hasil data yang didapat untuk mengetahui susunan dan tipe perkerasan *paving block* yang cocok untuk daerah genangan banjir. Terakhir adalah menyimpulkan hasil dari penelitian serta memberikan saran dan masukan yang telah dilaksanakan.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada tugas akhir ini pengumpulan data dilakukan dengan cara eksperimen. Pada saat pengumpulan data eksperimen harus dilaksanakan dengan baik dan benar. Data yang didapatkan melalui uji coba pada benda uji penelitian pada uji laboratorium, terkait dengan penurunan *paving block* yang digelombangi

oleh air. Berikut rincian terkait data-data diatas:

3.2.1 *Data Primer*

- a. Hasil pengujian berupa penurunan *paving block* yang diakibatkan oleh gelombang air pada kondisi menggunakan pasir.
- b. Persentase pemberian kadar air pada setiap kondisi percobaan.
- c. Bahan *jointing* pada setiap percobaan.
- d. Hasil pengukuran pada penurunan nomor paving disetiap kondisi.

3.2.2 *Data Sekunder*

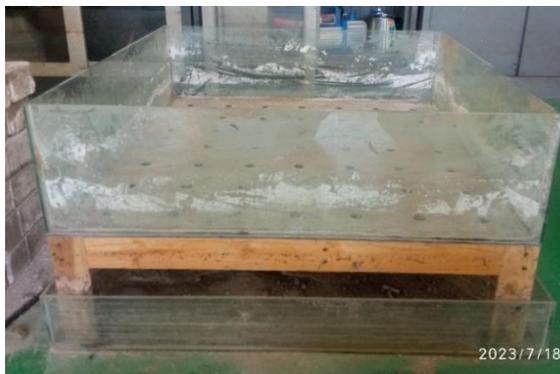
- a. Data ketebalan lapisan *paving block* dari penelitian sebelumnya.
- b. Data presentase kadar air yang diberikan dari penelitian sebelumnya.
- c. Data ketebalan *jointing* pada paving block dari penelitian sebelumnya.

3.2.3 *Alat Uji Penelitian*

Dalam penelitian ini ada beberapa alat yang digunakan untuk mengetahui pengaruh penurunan *paving block* yang digelombangi oleh air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Box kaca ukuran 75x75 cm

Box ini difungsikan untuk membatasi area penelitian agar memudahkan penulis dalam melakukan pengamatan. untuk alat penelitian berupa box kaca 75x75x35 cm, box kaca tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1. Box kaca ukuran 75x75x35 cm
(Sumber: Dokumentasi penulis)

b. Alat ukur meteran

Dipergunakan untuk mengukur dimensi paving dan ketebalan pasir dalam box kaca sesuai batasan penelitian dan jarak *jointing sand* sesuai ketetapan batasan penelitian untuk menentukan hamparan ketebalan pasir sesuai variabel batasan penelitian dengan ketebalan pasir 30.0 mm, 50.0 mm, 70.0 mm dengan jarak *jointing sand* 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm, adapun alat ukur meteran dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2. Alat ukur meteran
(Sumber: Dokumentasi penulis)

c. Cetok bangunan

Cetok bangunan digunakan untuk meratakan media pasir dan dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3. Cetok bangunan
(Sumber: Dokumentasi penulis)

d. Alat ukur penggaris

Penggaris digunakan untuk menganalisa ukuran penurunan dimensi

paving setelah dilakukan percobaan



Gambar 3.4. Alat ukur penggaris
(Sumber: Dokumentasi penulis)

e. Timbangan digital

Dipergunakan untuk menimbang berat paving dalam kondisi (kering) sebelum dilakukan uji penurunan, dan untuk alat timbangan digital dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5. Timbangan digital
(Sumber: Dokumentasi penulis)

f. Silent

Dipergunakan untuk mensilent lubang pada alat uji box kaca agar tidak terjadi penurunan pasir, dan dapat dilihat pada gambar 3.6. dibawah ini.



Gambar 3.6. Silent
(Sumber: Dokumentasi penulis)

g. Alat penyiram tanaman

Dipergunakan untuk memasukan air kedalam box kaca sesuai ukuran yang ditentukan setinggi 10 cm dari permukaan paving



Gambar 3.7. Alat penyiram tanaman
(Sumber: Dokumentasi penulis)

h. Saringan

dipergunakan untuk menyering pasir untuk menghilangkan kadar lumpur sebelum digunakan untuk alas pasir, dan untuk alat saringan dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8. Saringan agregat
(Sumber: Dokumentasi penulis)

i. Alat tulis

Alat tulis digunakan untuk mendokumentasikan hasil data penelitian



Gambar 3.9. Alat tulis
(Sumber: Dokumentasi penulis)

3.2.4. *Bahan Uji Penelitian*

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang digunakan untuk mengetahui pengaruh rendaman air yang mengakibatkan gelombang terhadap penurunan *paving block*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. *Paving* bentuk bata

Paving bentuk *holland* ini masuk pada kategori *paving block* C dan *paving* ini tidak memiliki sisi untuk mengunci (*NoDented*).



Gambar 3.10. *paving block* bentuk *holland*
(sumber : Dokumentasi penulis)

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

Pasir yang digunakan untuk mengisi lapisan *bedding sand* adalah pasir dari

muntilan dengan jenis pasir merapi.

Ini adalah jenis pasir alam yang berasal dari sisa aktivitas vulkanik gunung



Gambar 3.11. Pasir muntilan
(Sumber: Dokumentasi penulis)

Spesifikasi bahan *bedding sand* pasir muntilan 25 kg dicuci untuk menghilangkan kadar lumpur lalu dikeringkan dan disaring menggunakan saringan yang selanjutnya dipaparkan dalam box kaca sesuai batasan penelitian.

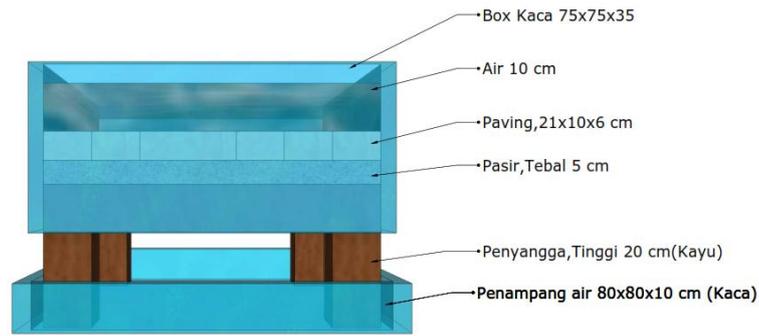
Tabel 3.1. Spesifikasi bahan *bedding sand* & *jointing sand*

Ketebalan Pasir (mm)	<i>Jointing Sand</i> (mm)
30.0	3.00
50.0	5.00
70.0	7.00

(Sumber: Dokumentasi penulis)

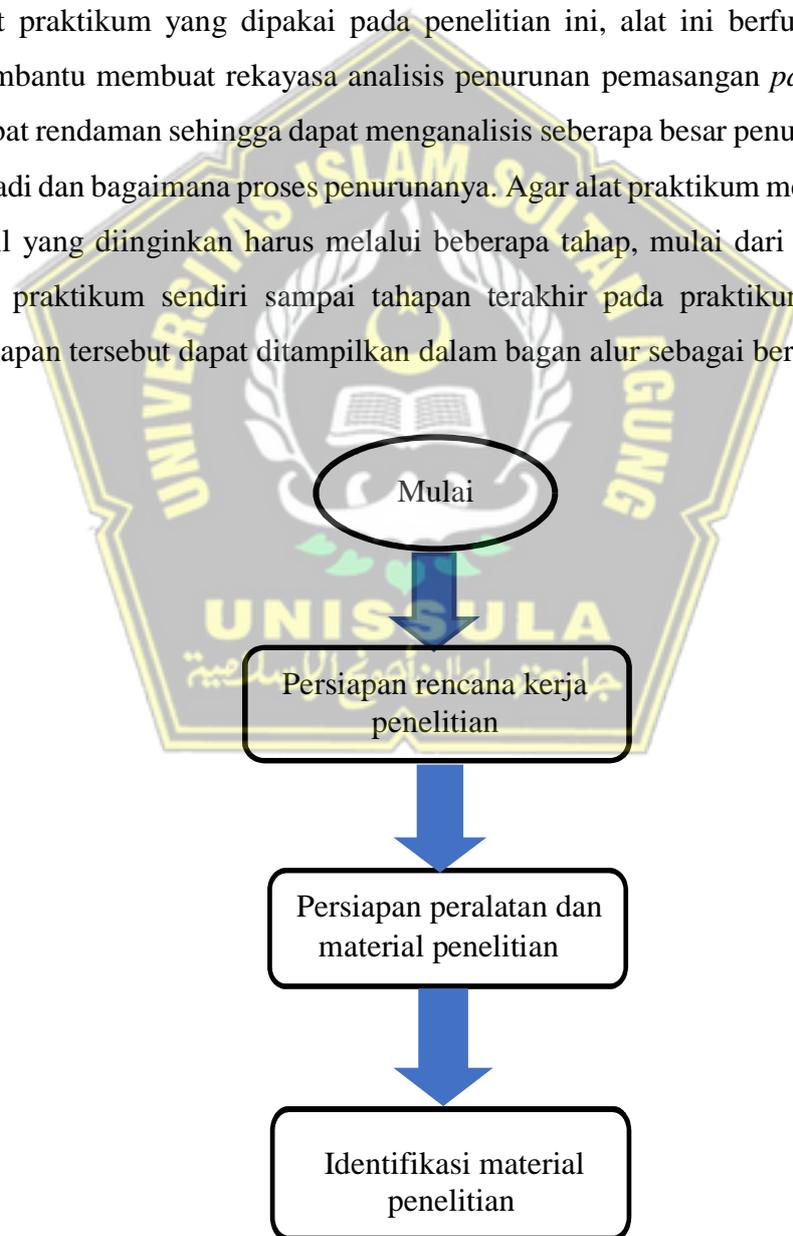
3.2.5. Desain Simulasi Alat Uji

Alat uji yang digunakan pada penelitian ini dibuat sedemikian rupa untuk rekayasa pencampuran bahan untuk analisis penurunan pemasangan *paving block* yang dipengaruhi oleh gelombang air seperti pada gambar 3.22. dibawah ini sebagai berikut :

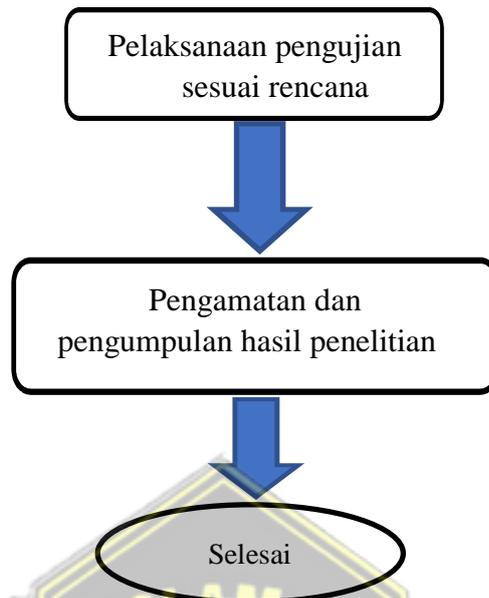


Gambar 3.12. Eksperimen serapan air tampak samping
(Sumber: Dokumentasi penulis)

Alat praktikum yang dipakai pada penelitian ini, alat ini berfungsi untuk membantu membuat rekayasa analisis penurunan pemasangan *paving block* akibat rendaman sehingga dapat menganalisis seberapa besar penurunan yang terjadi dan bagaimana proses penurunannya. 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 dalam bagan alur sebagai berikut:



Lanjutan bagan alur penelitian



Gambar 3.13. Langkah-langkah analisa penurunan pemasangan *paving block* yang dipengaruhi oleh gelombang air

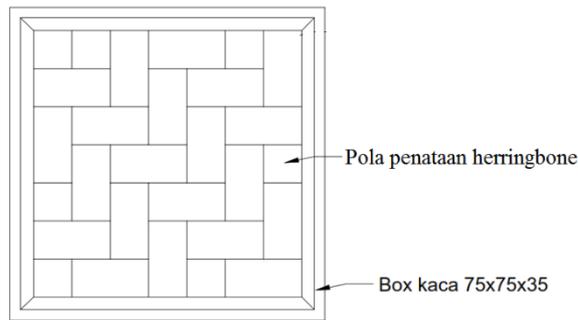
3.3. Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini menggunakan satu jenis variasi percobaan, untuk bahan yang akan digunakan pasir muntilan dan *paving block* jenis *holland* dengan ukuran panjang 21cm, lebar 10 cm dan tebal 6cm. yang digenangi oleh air, maka digunakan lah sebuah alat sederhana yang berukuran 75 x 75cm. Dalam pengujian ini *paving blok* akan diberi genangan air dengan ketinggian 10cm dengan ketebalan pasir yang berbeda yaitu dengan ketebalan 30.0 mm, 50.0 mm, dan 70.0 mm. Kemudian penyusunan *paving blok* sendiri juga di berikan jarak

(*jointing sand*) 3.00 mm, 5.00 mm, dan 7.00 mm, untuk *layying patern* yang digunakan adalah sebagai berikut:

- *Paving blok* kategori *no dented*

Kategori paving *no dented* ini menggunakan paving *holland* berbentuk bata (*rectangular*).



Gambar 3.14. Pola penataan *herring bone paving holland*
(Sumber: Dokumentasi penulis)

3.4. Metode Analisis Data Rata-Rata.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan analisa rata-rata. Jenis penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan dan efek *jointing sand* paving yang terendam air akibat gelombang air, penurunan *paving blok* paling optimal dalam menahan gaya *vertical (push in)* sebagai alternatif penggunaan *paving blok* pada bahu jalan dari berbagai jenis segi pemasangan (*laying patern*), dengan menggunakan alat eksperimen sederhana berbentuk box kaca ukuran 75 x 75 x 35 cm. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan maka perlu adanya perhitungan atau analisa rata-rata tentang gaya penurunan terhadap pola penataan dan bentuk *paving blok*. Secara umum perhitungan ini meliputi : berdasarkan pola penataannya yang sudah diberi rendaman air.

3.5. Bagan Alur Penelitian

Bagan alur penelitian adalah representasi visual dari proses penelitian yang digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah yang akan diikuti dalam sebuah penelitian.

Ini mencakup berbagai hal yang disusun sebagai berikut :

MULAI

Pada bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, penulis memuat penjelasan mengenai alasan-alasan masalah yang dikemukakan dalam penelitian yang dianggap menarik, penting dan perlu diteliti.

RUMUSAN MASALAH

Pada rumusan masalah penulis memaparkan pertanyaan mengenai masalah yang diangkat dalam tulisan ilmiah yang mencakup identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Bahwasahnya pada bagian ini hasil dari rumusan masalah dapat mengatasi masalah yang sedang dihadapi.

STUDI PUSTAKA

Pada studi pustaka menjelaskan tentang teori yang sesuai dengan pembahasan yang berkaitan dengan proses dan hasil percobaan yang akan dilaksanakan untuk memenuhi tugasakhir. Teori-teori tersebut didapatkan dari hasil kajian literasi dari beberapa sumber diantaranya jurnal, literasi online berupa artikel, E-book dan literasi dari berbagi buku yang berkaitan dengan penelitian yang akan ditinjau pada tugas akhir ini.

PENETAPAN METODE PENELITIAN

Bab ini penulis menjelaskan tentang alat dan bahan yang akan di gunakan dalam penelitian, langkah-langkah penelitian yang dijelaskan serinci mungkin, serta beberapa permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan percobaan dan penulisan tugas akhir ini.

PENGUMPULAN DATA DI LABORATORIUM

Bab ini penulis memaparkan secara terperinci informasi yang ingin dikumpulkan, menetapkan jangka waktu penelitian yang dilakukan diboratorium, menentukan metode pengumpulan data dan diakhiri dengan analisis data, hasil data yang timbul dalam pelaksanaan percobaan dan penulisan tugas akhir ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dalam bentuk gambar, tabel, dan grafik. Hasil penelitian juga di dapat dari hasil pengujian pada benda uji yang telah di buat.

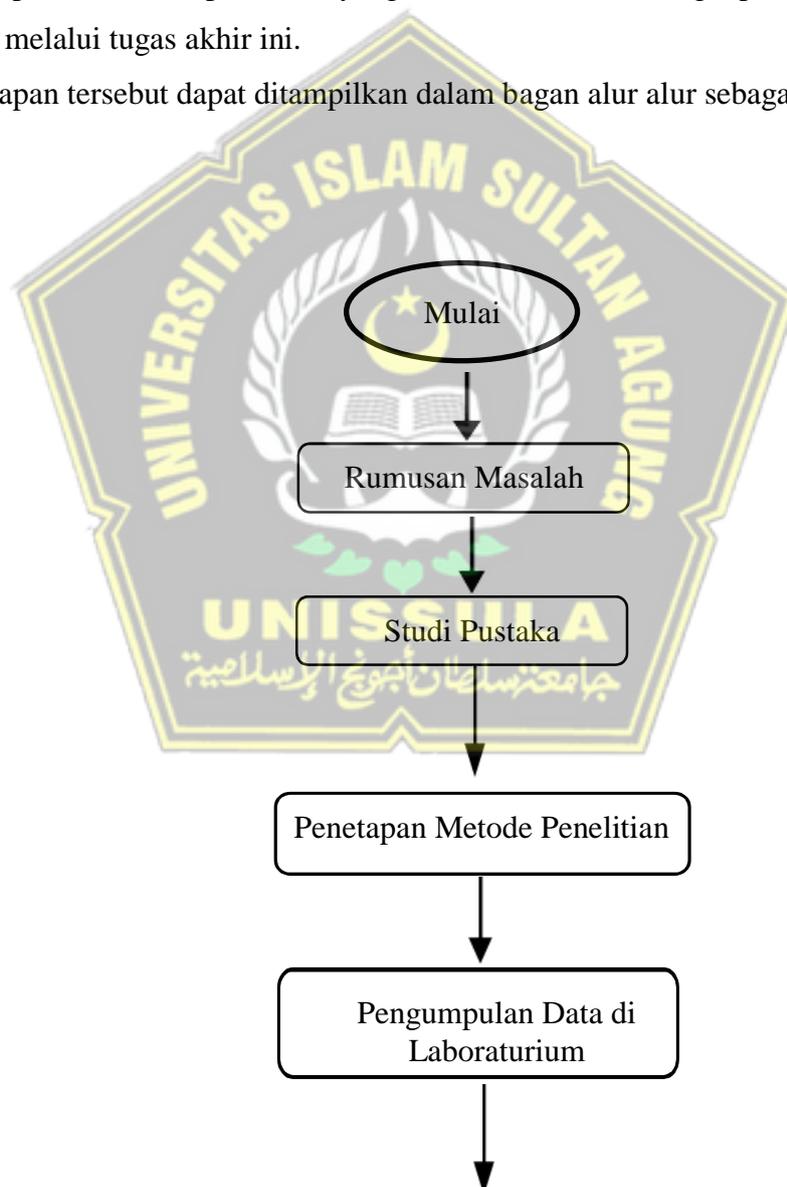
KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan secara menyeluruh yang sudah diringkas dengan singkat dan jelas dari hasil penelitian dan pembahasan, dan saran mengenai berbagai aspek yang masih kurang dalam pengerjaan penelitian terdahulu agar dalam penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menjadi penelitian yang lebih baik.

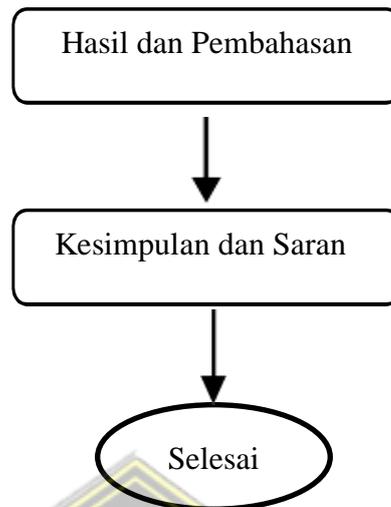
SELESAI

Langkah terakhir dalam metode penelitian adalah mengkomunikasikan dan mempublikasi hasil penelitian yang telah ditulis secara lengkap kepada orang lain melalui tugas akhir ini.

Tahapan tersebut dapat ditampilkan dalam bagan alur alur sebagai berikut



Lanjutan bagan alur penelitian



Gambar 3.15. Bagan alur penelitian

Diawali dengan latar belakang masalah, dilanjutkan dengan menemukan masalah yang menjadi dasar perlunya penelitian ini.

Penelitian menggunakan kajian dari sejumlah referensi standar, teks book dan jurnal. Hasilnya penelitian disajikan dalam kesimpulan.

Adanya genangan air pada *paving block* banyak menyebabkan penurunan pada jalan khususnya *paving block* seperti di daerah pemukiman, *paving block* biasanya hanya digunakan pada jalan lingkungan dan jalan di lingkungan ruang terbuka hijau; seperti kawasan wisata dan jalan di taman kota.

Permasalahan genangan air sering menyebabkan penurunan yang dapat mengurangkan kinerja jalan menjadi menurun dan umur jalan menjadi lebih singkat. Hal ini diduga karena seringnya perubahan cuaca yang tidak menentu dan beban yang terlalu berat.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Penurunan Pada Paving

Penelitian ini mempunyai 2 pembahasan yang masing-masing merujuk pada tujuan penelitian yaitu :

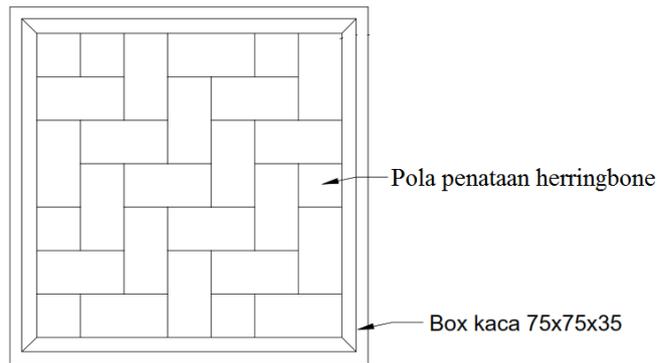
- a. Mengetahui pengaruh gelombang air terhadap *paving block*.
- b. Mengetahui efek *jointing sand* paving yang terendam air akibat gelombang air.

Pada pembahasan kali ini akan berfokus pada point b yaitu tentang efek penurunan yang terjadi pada *paving block* yang di genangi air kemudian diberikan gelombang air adapun langkah penelitian sebagai berikut

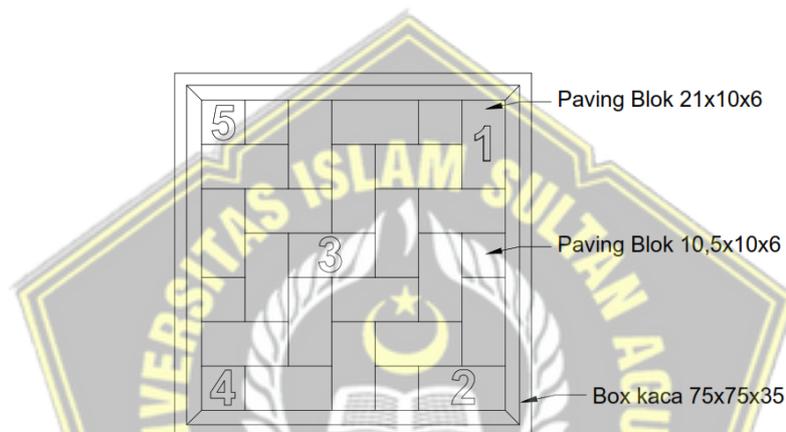
4.1.1. Langkah-Langkah Penelitian

- a. Uji penurunan dan efek *jointing sand* paving yang terendam air akibat gelombang air (di Laboraturium)

4.1.1.1. Untuk tahapan pertama. Menggunakan pola penataan paving *herringbone*, untuk bahan yang digunakan adalah *paving block (holland)* dan pasir muntilan dan untuk alat penelitian berupa box kaca 75x75x35 cm (lihat gambar.3.1), alat ukur meteran, cetok bangunan, penggaris, timbangan digital dan alat tulis. Pada tahap ini yang dilakukan adalah pemaparan paving terlebih dahulu, menghitung setiap berat paving yang dipilih dan menghitung dimensinya.



Gambar 4.1. Pola *herringbone*
(Sumber: Dokumentasi penulis)



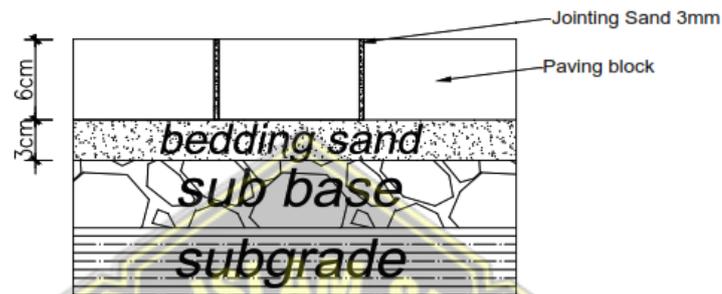
Gambar 4.2. Penomoran paving
(Sumber: Dokumentasi penulis)

Keterangan berat paving awal (kondisi kering):

- Untuk berat *paving blok* no 1 adalah 2827.8 gram dengan dimensi ukuran 21 x 10 x 6 cm
- Untuk berat *paving blok* no 2 adalah 2827.8 gram dengan dimensi ukuran 21 x 10 x 6 cm
- Untuk berat *paving blok* no 3 adalah 2827.8 gram dengan dimensi ukuran 21 x 10 x 6 cm
- Untuk berat *paving blok* no 4 adalah 1413.9 gram dengan dimensi ukuran 10.5 x 10 x 6 cm
- Untuk berat *paving blok* no 5 adalah 1413.9 gram dengan dimensi ukuran 10.5 x 10 x 6 cm

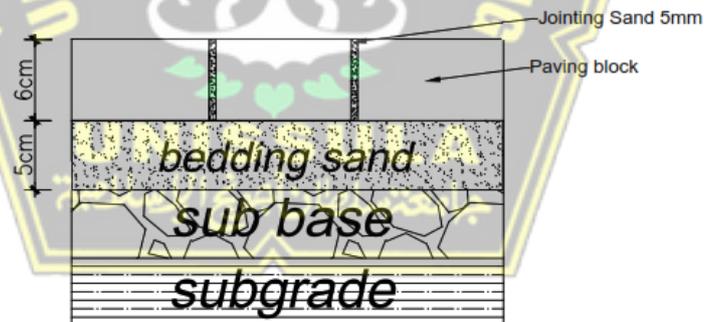
4.1.1.2. Untuk tahapan kedua. Setelah pemaparan paving adalah menghamparkan *bedding sand* sesuai variabel batasan penelitian dengan ketebalan pasir 30.0 mm, 50.0 mm, 70.0 mm dengan jarak *jointing sand* 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm. Pada tahap ini lubang perlu di silent agar tidak terjadi pasir hilang/penurunan sendiri. Sesuai pada gambar dibawah ini.

- Pengisian hamparan Pasir dengan tebal 30.0 mm



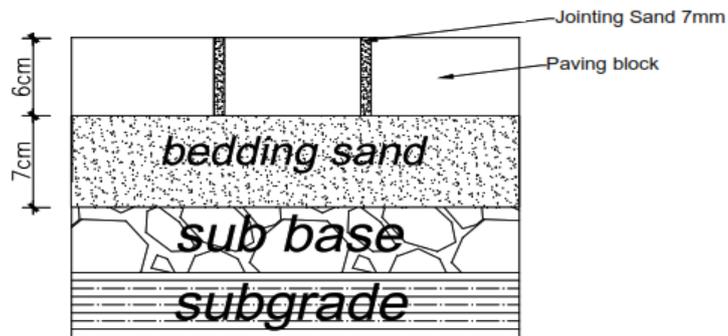
Gambar 4.3. Pengisian Pasir tebal 30.0 mm
(Sumber: Dokumentasi penulis)

- Untuk sampel kedua pengisian hamparan pasir dengan ketebalan 50.0 mm



Gambar 4.4. Pengisian pasir tebal 50.0 mm
(Sumber: Dokumentasi penulis)

- Untuk sampel pengujian yang ketiga pasir dihamparkan dengan ketebalan 70.0 mm



Gambar 4.5. Pengisian pasir tebal 70.0 mm
(Sumber: Dokumentasi penulis)

4.1.1.3. Langkah ketiga adalah pemasangan *paving holland* dengan jarak *jointing sand* sesuai variabel batasan awal penelitian yaitu dengan sambungan antara paving (*jointing sand*) 3.00 mm, 5.00 mm, dan 7.00 mm, seperti tertera pada gambar dibawah ini.

- Pemasangan paving *holland* dengan pola penataan *herring bone* dengan jarak *jointing sand* 3.00 mm



Gambar 4.6. Pemasangan *paving holland* dengan jarak *jointing sand* 3.00 mm
(Sumber: Dokumentasi penulis)

- Untuk sempel kedua dengan pola penataan *herring bone* dengan *jointing sand* 5.00 mm



Gambar 4.7. Pemasangan *paving holland* dengan jarak *jointing sand* 5.00 mm
(Sumber: Dokumentasi penulis)

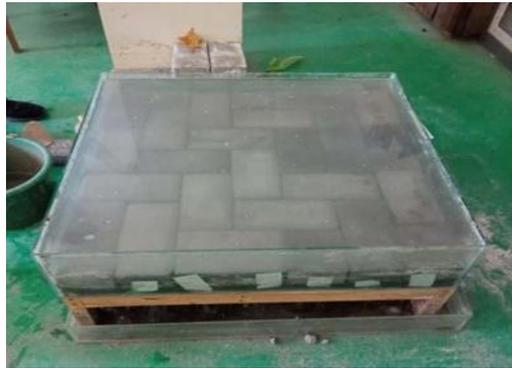
- Untuk sempel ketiga dengan pola penataan *herring bone* dengan *jointing sand* 7.00 mm



Gambar 4.8. Pemasangan *paving holland* dengan jarak *jointing sand* 7.00 mm
(Sumber: Dokumentasi penulis)

4.1.1.4. Selanjutnya pada langkah ke empat dilakukan pengisian air menggunakan alat penyiram tanaman dengan kedalaman benda uji setinggi 10 cm lalu dipasang alat triplek yang sudah dimodifikasi untuk menimbulkan gelombang air. Alat triplek dipasang pada sisi sudut bagian dalam kaca *paving block* seperti membentuk sudut 90 derajat yang kemudian diangkat secara bersamaan untuk menimbulkan gelombang, di ulang sampai 10 kali

angkatan, diberi gelombang transversal dari sudut alat uji.



Gambar 4.9. Box kaca yang sudah diisi air setinggi 10 cm dari permukaan paving (Sumber: Dokumentasi penulis)

Setelah muncul gelombang air, lakukan pengujian pada *paving holland* yang sudah diberi nomor, ukur penurunan disisi sebaliknya. Hitung semua perbandingan nya, dihitung juga setiap sudutnya. Hitung berat awal dan berat akhir *paving holland* setelah pengujian. Variabel ketebalan pasir menggunakan 30.0 mm, 50.0 mm, 70.0 mm dengan *jointing sand* 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm. Untuk variabel pasir menggunakan satu jenis saja yaitu pasir muntilan.

4.1.2. Penurunan Paving Block

Pada eksperimen ini menggunakan *paving blok* yaitu jenis *holland* dengan ukuran ketebalan 6 cm dengan jumlah sample paving 20 buah. Dari uji paving tersebut mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data uji dimensi paving *holland* ketebalan 6 cm

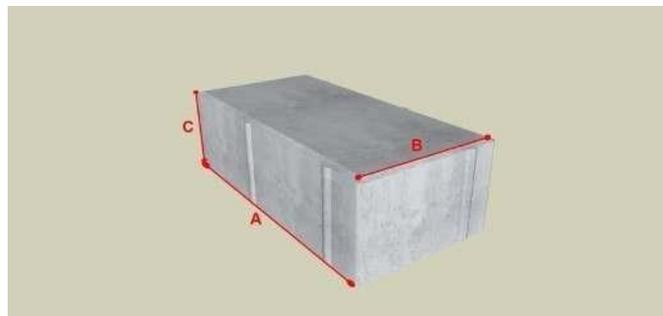
PAVING HOLLAND 6 CM				
NO PAVING	PANJANG	LEBAR	TEBAL	BERAT
1	21	10	6	2827.8 gram
2	21	10	6	2827.8 gram
3	21	10	6	2827.8 gram
4	10.5	10	6	1413.9 gram

5	10.5	10	6	1413.9 gram
6	21	10	6	2827.8 gram
7	21	10	6	2827.8 gram
8	21	10	6	2827.8 gram
9	10.5	10	6	1413.9 gram
10	21	10	6	2827.8 gram
11	21	10	6	2827.8 gram
12	10.5	10	6	1413.9 gram
13	21	10	6	2827.8 gram
14	21	10	6	2827.8 gram
15	10.5	10	6	1413.9 gram
16	21	10	6	2827.8 gram
17	21	10	6	2827.8 gram
18	10.5	10	6	1413.9 gram
19	21	10	6	2827.8 gram
20	10.5	10	6	1413.9 gram

(Sumber: Analisa penulis)

Dari 20 jumlah sampel paving jenis *holland* dengan ukuran ketebalan 6 cm yang sudah diukur panjang dan lebar, berat kemudian dihitung rata-rata dari 20 sampel tersebut. Rata-rata panjang paving *holland* ukuran ketebalan 6 cm menunjukkan panjang 21 cm dan lebar rata-rata adalah 10 cm.

Bentuk *paving blok holland* diambil ukuran rata-rata yang dimana A adalah panjang paving, B adalah lebar paving, dan C adalah ketebalan paving.



Gambar 4.10. *Paving block holland*

Hasil perhitungan ukuran rata-rata benda uji paving bentuk *holland* ukuran ketebalan 6 cm menunjukkan panjang rata-rata 21 cm, lebar 10 cm dan tebal 6cm.

4.1.3. Pasir

Pada eksperimen ini menggunakan pasir muntilan untuk lantai kerja dari *paving block* dan membantu *interlocking* serta memudahkan pelaksanaan pemasangan *paving block*. Ketebalan pasir yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Alternatif ketebalan pasir

NO	SAMPLE PAVING	LAYING PATTERN	ALTERNATIF KETEBALAN PASIR (mm)
1	HOLLAND Tebal 60.0 mm	Herringbond	30.0
			50.0
			70.0

(Sumber: Dokumentasi penulis).

Pada penelitian ini jarak spasi antar paving juga diperhitungkan untuk menentukan penurunan *paving block*, sebagai berikut :

Tabel 4.3. ketebalan pasir dan *jointing sand*

Ketebalan Pasir (mm)	<i>Jointing Sand</i> (mm)
30.0	3.00
50.0	5.00
70.0	7.00

(Sumber: Dokumentasi penulis).

4.2 Hasil Analisa Penurunan Terhadap Genangan Air

Gambar 4.11 menggunakan salah satu bentuk pola penataan *paving block* dengan *herring bond* untuk mengetahui penurunan pada *paving blok* akibat genangan air oleh gelombang air. Percobaan ini menggunakan ketebalan *paving block* 6 cm, jenis paving yang digunakan adalah *holland*, ketebalan pasir dan *jointing sand* tercantum pada tabel 4.3. Untuk genangan air yang digunakan memiliki ketinggian 10 cm dari permukaan *paving block* yang sudah dimodifikasi agar dapat menimbulkan gelombang air yang di rekayasa oleh triplek yang diangkat selama 10 kali dalam 10 menit dan dapat di lihat pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.11. *Paving block* yang sudah diberi air dan diberikan gelombang air
(Sumber: Dokumentasi penulis)

hasil penurunan dapat dilihat pada tabel 4.4 yang sudah dilakukan uji penurunan dengan identifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.4. Hasil penurunan *paving block*

Paving	Ketebalan Pasir (mm)	Jointing sand (mm)	Penurunan posisi (mm)	Kelompok
1	30.0	3.0	0.70	Alternatif 1
2	30.0	5.0	1.00	
3	30.0	7.0	1.80	
4	50.0	3.0	0.50	Alternatif 2
5	50.0	5.0	0.70	
6	50.0	7.0	1.50	
7	70.0	3.0	0.80	Alternatif 3
8	70.0	5.0	1.20	
9	70.0	7.0	1.70	

(Sumber: Analisa penulis).

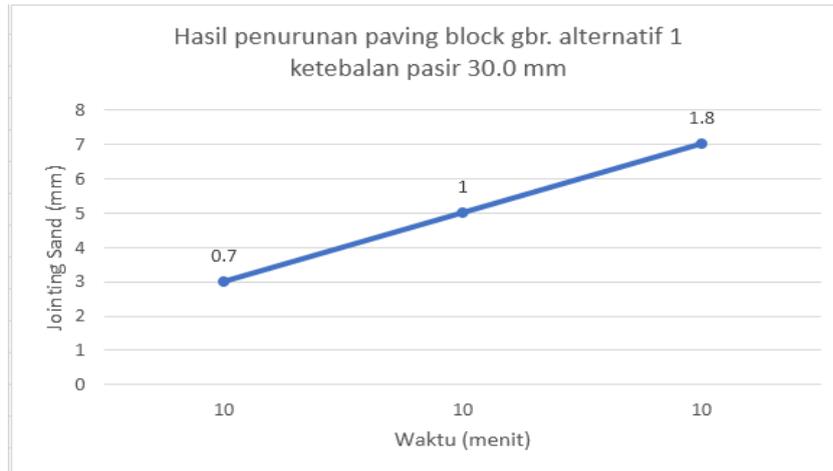
Alternatif pengujian melihat dampak lebar *jointing sand* akibat gelombang Pengujian ke 1. Pada pengujian ini dengan ketebalan pasir sebesar 30.0 mm dengan *jointing sand* selebar 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.5. Hasil penurunan *paving block* alternatif 1

NO	Ketebalan Pasir (mm)	Lebar Jointing Sand (mm)	Tinggi Penurunan Pasir (mm)	Deviasi
1	30.0	3.00	0.70	0
		5.00	1.00	0.30
		7.00	1.80	0.80

(Sumber: Analisa penulis).

Adapun penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.12. dibawah ini.



Gambar 4.12. Grafik penurunan dengan ketebalan pasir 30.0 mm (Sumber: Analisa penulis).

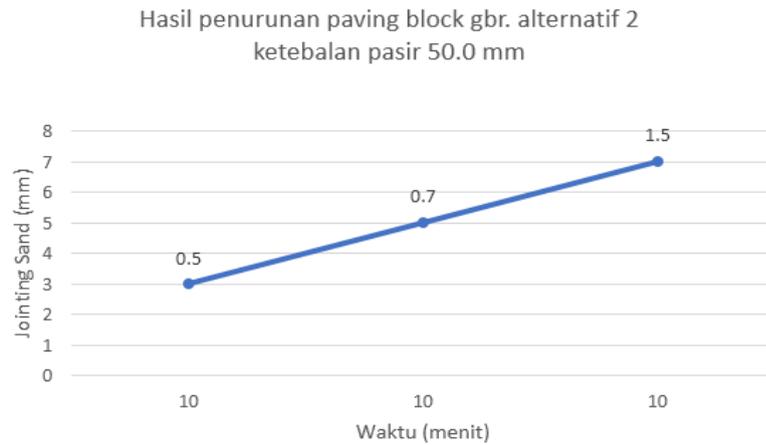
Alternatif pengujian melihat dampak lebar *jointing sand* akibat gelombang Pengujian ke 2. Pada pengujian ini dengan ketebalan pasir sebesar 50.0 mm dengan *jointing sand* selebar 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil penurunan *paving block* alternatif 2

NO	Ketebalan Pasir (mm)	Lebar Jointing Sand (mm)	Tinggi Penurunan Pasir (mm)	Deviasi
1	50.0	3.00	0.50	0
		5.00	0.70	0.20
		7.00	1.50	0.80

(Sumber: Analisa penulis).

Adapun grafik penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.13. dibawah ini



Gambar 4.13. Grafik penurunan dengan ketebalan pasir 50.0 mm
(Sumber: Analisa penulis).

Alternatif pengujian melihat dampak lebar *jointing sand* akibat gelombang Pengujian ke 3. Pada pengujian ini dengan ketebalan pasir sebesar 70.0 mm dengan *jointing sand* selebar 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm diperoleh sebagai berikut:

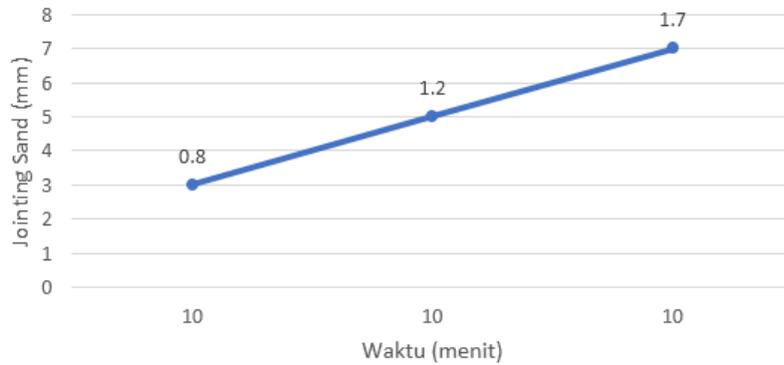
Tabel 4.7. Hasil penurunan *paving block* alternatif 3

NO	Ketebalan Pasir (mm)	Lebar Jointing Sand (mm)	Tinggi Penurunan Pasir (mm)	Deviasi
1	70.0	3.00	0.80	0
		5.00	1.20	0.40
		7.00	1.70	0.50

(Sumber: Analisa penulis).

Adapun grafik penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.14. dibawah ini

Hasil penurunan paving block gbr. alternatif 3
ketebalan pasir 70.0 mm



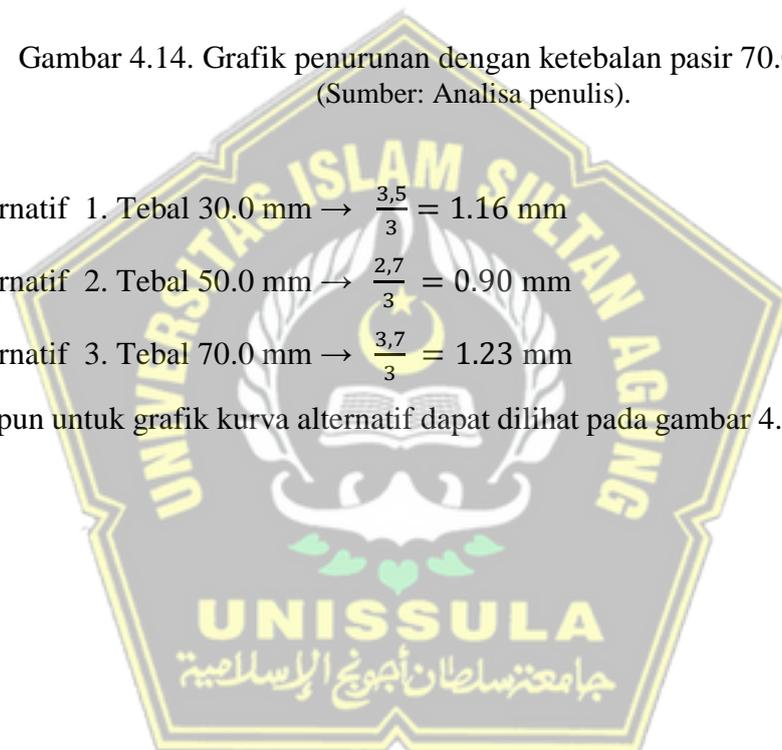
Gambar 4.14. Grafik penurunan dengan ketebalan pasir 70.0 mm
(Sumber: Analisa penulis).

Alternatif 1. Tebal 30.0 mm $\rightarrow \frac{3,5}{3} = 1.16$ mm

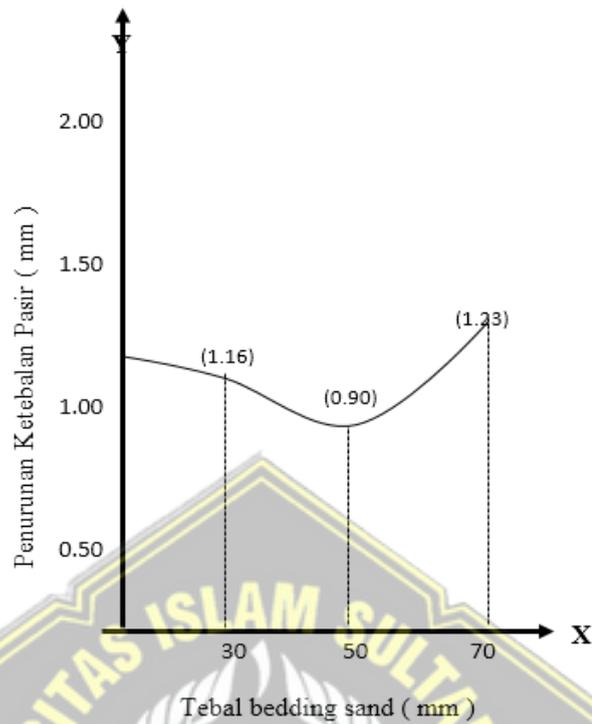
Alternatif 2. Tebal 50.0 mm $\rightarrow \frac{2,7}{3} = 0.90$ mm

Alternatif 3. Tebal 70.0 mm $\rightarrow \frac{3,7}{3} = 1.23$ mm

Adapun untuk grafik kurva alternatif dapat dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini.



Grafik Kurva Rata-Rata



Gambar 4.15. Grafik kurva rata-rata penurunan untuk tebal *bedding sand* (Sumber: Analisa penulis).

Dari berbagai percobaan variasi ketebalan pasir 30.0 mm, 50.0 mm, 70.0 mm dengan variasi lebar *jointing sand* 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm akibat gelombang air dipermukaan terjadi penurunan terkecil adalah pemasangan *paving block* dengan ketebalan pasir 50.0 mm.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada penelitian di laboratorium dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin lebar dimensi jointing sand, maka penurunan permukaan pemasangan *paving block* akibat gelombang air semakin tinggi.
2. Dari berbagai percobaan variasi ketebalan *bedding sand* 30.0 mm, 50.0 mm, 70.0 mm dengan variasi lebar *jointing sand* 3.00 mm, 5.00 mm, 7.00 mm yang dijelaskan pada kurva menunjukkan penurunan akibat gelombang air lebih efisien dipemasang *paving block* dengan ketebalan *bedding sand* 50.0 mm diangka penurunan 0.90 mm.

5.2. Saran

Berdasarkan pada penelitian Analisa Penurunan Pemasangan *Paving Block* Yang Dipengaruhi Oleh Gelombang Air dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Gelombang yang digunakan pada penelitian ini harus diperhitungkan menggunakan alat pengukur gelombang (*wave gauge*)
2. Diberikan tambahan saluran drainase agar genangan air yang terjadi mengalir ke pembuangan drainase terdekat agar tidak menggenang di satu posisi saja

DAFTAR PUSTAKA

- Adella Pratama, V. I. D. Y. A. (2020). *Analisis Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Studi Kasus: Ruas Jalan Lingkar Selatan Kabupaten Ciamis*. Diss. (Universitas Siliwangi)
- Adhietya Pratama Putra & Kanta Maulana Adha, (2018). *Analisis Pengaruh Bentuk Paving Block Terhadap Kelendutan Perkerasan Jalan*. Diss. Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang (UNISSULA)
- Azikin, M.T., Ahmad, S.N., Nuhun, R.S., & Makmur, M. (2019 7 November).
“*Inovasi Teknologi Concrete Paving Block*”, 299–306.
- Muliawan, I Wayan Muliawan. (2019). “*Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi Jalan Antasura Di Kecamatan Denpasar Timur*”. Tugas Akhir (Universitas Warmadewa).
- Maulana Fadhlur Rochman & Muhammad Syafril Adityawan, (2019). *Analisis Pengaruh Bentuk Paving Block Terhadap Gaya Vertikal dan orizontal pada Perkerasan Bahu Jalan*. Diss. Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang (UNISSULA).
- Mudiyono, Rachmat. (206). “*Performance of concrete block pavement on sloped road section*”. (Disertasi S3 Universiti Teknologi Malaysia).
- Mudiyono, Rachmad & Nadya Salsabilla (2019). “*Analisis Pengaruh Bentuk Paving Blok Terhadap Kelendutan Perkerasan Jalan*”.
- Saputra, Hedi. (2016). “*Pengaruh waktu perendaman terhadap uji kuat tekan paving block*”.
- Sutikno & Gusti Gita Permadi Kusuma. (2009). “*Pengaruh Penyimpangan Dimensi Paving Block Terhadap Pola Pemasangan dan Kinerja Perkerasan Paving Block*”, Tugas Akhir Universitas Islam Sultan Agung Semarang

(UNISSULA).

Tsani, Nadia Salsabilla, & Rachmat Mudiyo. (2019). "*Analisis Bahu Jalan Menggunakan Perkerasan Paving Block.*" *Reviews in Civil Engineering* 3.2.

Uppie Siti Rupiah & Zhahra Larasati. (2022). "*Analisis Jointing Pada Perkerasan Paving Block Untuk Mengatasi Amblesan Dan Serapan Air*", Tugas Akhir Universitas Islam Sultan Agung Semarang (UNISSULA).

Arga Rosantika & Brian Kennardi Hananto P, (2021). "*Pengaruh Kadar Air Lapisan Sub-Base Course Terhadap Amblesan Perkerasan Paving Block*", Tugas Akhir Universitas Islam Sultan Agung Semarang (UNISSULA).

