

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENURUNAN PERKERASAN *PAVING BLOCK*
AKIBAT KADAR AIR PADA LAPISAN *SUBGRADE*
(Area Kampus Unissula SEMARANG)**

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Persyaratan Penyelesaian
Pendidikan Program Sarjana Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Sultan Agung**



Oleh :

**Muhammad Ilham Hatta Rajasya
(30201800133)**

**Muhammad Artha Dwi Yanto
(30201800128)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2022**



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Kaligawe KM. 4 PO. BOK 1054 Telepon. 089608181018 Semarang 50112

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENURUNAN PERKERASAN *PAVING BLOCK* AKIBAT KADAR
AIR PADA LAPISAN *SUBGRADE* (Area Kampus Unissula SEMARANG)**



Muhammad Ilham Hatta Rajasya
NIM : 30201800133



Muhammad Artha Dwi Yanto
NIM : 30201800128

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Agustus 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D**
NIDN: 0605016802
2. **Selvia Agustina, ST., M.Eng**
NIDN: 0609099001
3. **Lisa Fitriyana, ST., M.Eng**
NIDN: 0631128901

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Kaligawe KM. 4 PO. BOK 1054 Telepon. 089608181018 Semarang 50112

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 25 /A.3 / SA – T / VII / 2022

Pada hari ini tanggal 17-08-2022 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., Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

2. Nama : Selvia Agustina, ST., M.Eng.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Muhammad Ilham Hatta Rajasya
NIM : 30201800133

Muhammad Artha Dwi Yanto
NIM : 30201800128

Judul : Analisis Penurunan Perkerasan *Paving Block* Akibat Kadar Air Pada Lapisan *Subgrade* (Area Kampus UNISSULA Semarang)

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	22/02/2022	ACC
2	Seminar Proposal	20/04/2022	
3	Pengumpulan data	27/05/2022	
4	Analisis data	10/06/2022	
5	Penyusunan laporan	18/07/2022	ACC
6	Selesai laporan	17/08/2022	

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

Dosen Pembimbing Utama

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

Dosen Pembimbing Pendamping

Selvia Agustina, ST., M.Eng.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

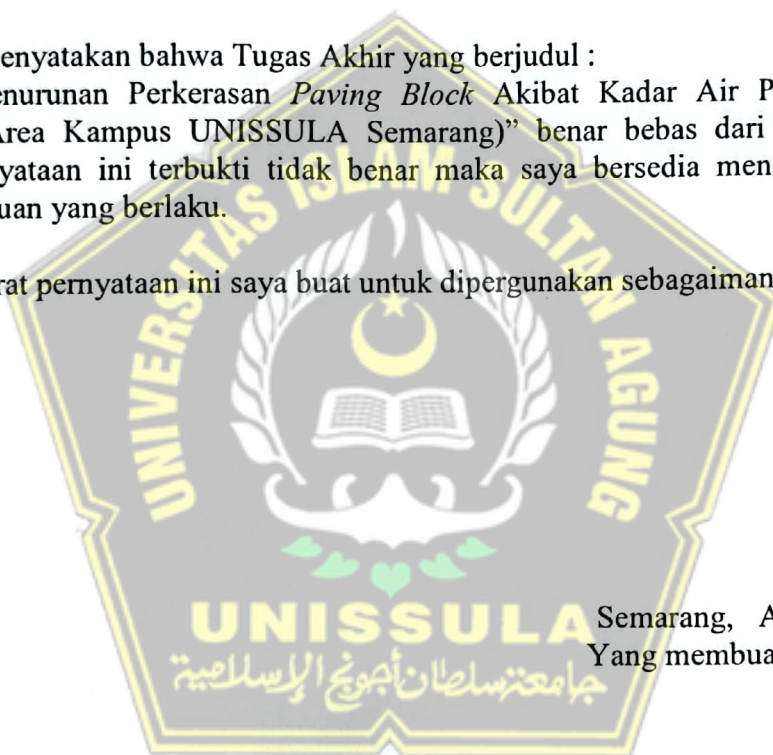
Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Muhammad Ilham Hatta Rajasya
NIM : NIM : 30201800133
2. NAMA : Muhammad Artha Dwi Yanto
NIM : NIM : 30201800128

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“Analisis Penurunan Perkerasan *Paving Block* Akibat Kadar Air Pada Lapisan *Subgrade* (Area Kampus UNISSULA Semarang)” 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, Agustus 2022
Yang membuat pernyataan,

Muhammad Ilham Hatta Rajasya

Muhammad Artha Dwi Yanto.

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

1. NAMA : Muhammad Ilham Hatta Rajasya
NIM : NIM : 30201800133
2. NAMA : Muhammad Artha Dwi Yanto
NIM : NIM : 30201800128

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 ijasah 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, Agustus 2022
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Ilham Hatta Rajasya

Muhammad Artha Dwi Yanto.

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ ءَامَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِّنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُ هُمُ 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 ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik” (QS. Ali ‘Imran Ayat 110)

العلم نور ونور الله لا يهدى لعاصي

“ilmu itu cahaya, dan cahaya Allah itu tidak diberikan kepada pemaksiat/pendosa” (Imam Asy-syafi’i)

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ لَا عِلْمَ لَكُمْ 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 memudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR Muslim, no. 2699).

تَعْلَمُواوَعَلِّمُواوَتَوَاضَعُوالِلْمُعَلِّمِيكُمْوَلْيَلُّوا لِمُعَلِّمِيكُمْ (رَوَاهُ الطَّبْرَانِيُّ)

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

مَنْ سَارَ عَلَى الدَّرَبِ وَصَلَ

“Siapa yang berjalan pada jalannya niscaya akan sampai (di tujuan).” (Mahfudzat)

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 saya cintai Bapak M. Ardin S,Ip dan Ibu Ijabatun jazilah yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan semangat yang selalu ada selama penyelesaian Tugas Akhir.
2. Kakak saya M. Arja septian pratama S.T dan adik adik saya M. Alahuddin widoyono, Azzahra Ramadhani, Shafira salsabila, dan Shasfa Almahyra tercinta yang selalu memberikan doa, motivasi dan semangat selama penyelesaian Tugas Akhir.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph. D dan ibu Selvia Agustina, ST., M.Eng yang telah membimbing kami sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Saudara Muhammad ilham hatta rajasya rekan Tugas Akhir, rekan seperjuangan Sejak awal menjadi maba di unissula, dan saudara seiman.
5. Untuk teman seperjuangan Wildan, Azka, Fatur, Joko, Aman, Jalal, kiki fuan, isfina yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Angkatan 2018 Fakultas Teknik UNISSULA terkhusus Sipil B 2018 yang selalu menghibur, memberikan dukungan dan semangat selama proses penyelesaian Tugas Akhir

Muhammad Artha Dwi Yanto
NIM : 30201800128

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Penurunan Perkerasan *Paving Block* Akibat Kadar Air Terhadap Pada *Subgrade* (Area Kampus UNISSULA Semarang)” 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 Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
4. Ibu Selvia Agustina, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, 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, ,

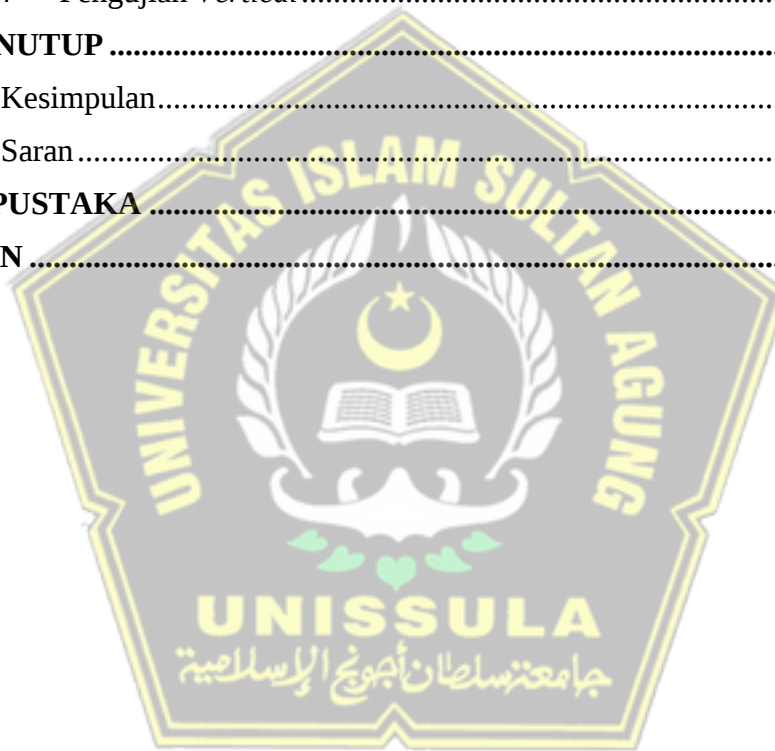
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK.....	xvii
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 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Jenis-jenis Perkerasan Jalan	5
2.1.1 Perkerasan Jalan Aspal (<i>Flexible Pavement/Asphalt</i>).....	5
2.1.2 Perkerasan Jalan <i>Paving Block</i> (<i>Block Pavement</i>)	8
2.2 <i>Paving Block</i>	9
2.2.1 Bahan Penyusun <i>Paving Block</i>	11
2.2.2 Jenis-jenis <i>Paving Block</i>	11
2.2.3 Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	12
2.2.4 Ketebalan <i>Paving</i>	13
2.3 Pola Penyusunan.....	13

2.3.1	Bentuk <i>Paving Block</i>	15
2.4	<i>Jointing and Bedding sand</i>	16
2.4.1	Syarat dan Kriteria Pasir Pengisi (<i>Jointing Sand</i>) pada <i>Paving Block</i> ..	16
2.4.2	Pengaruh Pasir Perata <i>Paving</i> pada Ketahanan <i>Rutting</i>	17
2.4.3	Syarat dan Kriteria Pasir Alas (<i>Bedding Sand</i>) pada <i>Paving Block</i>	17
2.4.4	Pengaruh Pasir Perata <i>Paving</i> pada Ketahanan <i>Rutting</i>	17
2.5	Pembuatan <i>Paving Block</i>	18
2.5.1	Metode Konvensional	18
2.5.2	Metode Mekanis.....	19
2.6	Daya Serap Air <i>Paving block</i> dan Ketahanan Aus <i>Paving block</i>	19
2.6.1	Pengujian Daya Serap Air <i>Paving Block</i>	20
2.6.2	Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	20
2.6.3	Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	20
2.7	Pengujian Indeks Properti dan Mekanis Tanah.....	21
2.8	Klasifikasi Jalan dan Fungsi Jalan.....	21
2.8.1	Pengelompokan Jalan Menurut Sistem	21
2.8.2	Pengelompokan Berdasarkan Fungsi Jalan.....	21
2.8.3	Pengelompokan Jalan Menurut Status	22
2.8.4	Klasifikasi dalam Perencanaan	23
2.9	Karakteristik Arus LaluLintas.....	24
2.10	Beban Lalu Lintas	27
BAB III METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Tahap Penelitian	29
3.2	Metode Pengumpulan Data	29
3.2.1	Alat Penelitian.....	30
3.2.2	Langkah Langkah Penelitian.....	30
3.3	Metode Pengolahan Hasil.....	31
3.4	Bagan Alur Penelitian	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Volume Lalu Lintas dan Jenis Kendaraan.....	32
4.2	Beban Lalu Lintas	43

4.2.1	Mobil Penumpang.....	43
4.2.2	Mobil Bus.....	44
4.2.3	Mobil Truk.....	45
4.2.4	Mobil Truk Molen.....	46
4.3	Uji Laboratorium.....	46
4.3.1	Data Bahan yang Digunakan.....	48
4.3.2	Perhitungan Cawan	49
4.3.3	Perhitungan Kadar Air <i>Subgrade</i>	50
4.3.4	Pengujian <i>Vertical</i>	51
BAB V PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		xviii
LAMPIRAN		xx



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kekuatan Fisik <i>Paving block</i>	10
Tabel 2.2 Mutu dan Tebal <i>Paving Block</i>	10
Tabel 2.3 Gradasi Aggregate Untuk <i>Jointing</i> dan <i>Bedding Sand</i>	18
Tabel 2.4 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	23
Tabel 2.5 Klasifikasi Menurut Medan Jalan.....	23
Tabel 2.6 Nilai Emp Untuk Jalan Perkotaan Terbagi Satu Arah.....	27
Tabel 4.1 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung <i>Sport Center</i> Kampus UNISSULA Hari Jum'at 27 Mei 2022	33
Tabel 4.2 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung <i>Sport Center</i> Kampus UNISSULA Hari Senin 30 Mei 2022	35
Tabel 4.3 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung <i>Sport Center</i> Kampus UNISSULA Hari Selasa 31 Mei 2022	37
Tabel 4.4 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung <i>Sport Center</i> Kampus UNISSULA Hari Kamis 2 Juni 2022	39
Tabel 4.5 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung <i>Sport Center</i> Kampus UNISSULA Hari Rabu 8 Juni 2022	41
Tabel 4.6 Berat Cawan	49
Tabel 4.7 Hasil Kadar Air.....	50
Tabel 4.8 Hitungan Kadar Air	51
Tabel 4.9 Bentuk <i>Paving Block</i> dan Pola Penyusunan.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur	7
Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku	8
Gambar 2.3 Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	13
Gambar 2.4 Jenis-Jenis Penataan <i>Paving Block</i>	14
Gambar 2.5 Bentuk <i>Paving Block</i>	15
Gambar 2.6 Bentuk <i>Paving Block</i>	16
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Metode Konvensional.....	19
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Metode Mekanis	19
Gambar 2.9 Bahu Jalan.....	24
Gambar 2.10 Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan	28
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	31
Gambar 4.1 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Jum'at Pagi 27 Mei 2022	34
Gambar 4.2 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Jum'at Siang 27 Mei 2022	34
Gambar 4.3 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Senin Pagi 30 Mei 2022	36
Gambar 4.4 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Senin Siang 30 Mei 2022	36
Gambar 4.5 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Selasa Pagi 31 Mei 2022	38
Gambar 4.6 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Selasa Siang 31 Mei 2022	38
Gambar 4.7 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Kamis Pagi 2 Juni 2022.....	40
Gambar 4.8 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Kamis Siang 2 Juni 2022.....	40
Gambar 4.9 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Rabu Pagi 8 Juni 2022.....	42
Gambar 4.10 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Rabu Pagi 8 Juni 2022.....	42
Gambar 4.11 Mobil Penumpang 1,1.....	43
Gambar 4.12 Mobil Buss 1,2.....	44
Gambar 4.13 Mobil Truk 1,2H.....	45
Gambar 4.14 Mobil Truk Molen 1,22	46
Gambar 4.15 Tinjauan Lokasi	47
Gambar 4.16 Tinjauan Lokasi 2	47
Gambar 4.17 Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	48
Gambar 4.18 Ketebalan <i>Paving Block</i>	48

Gambar 4.19 Ukuran <i>Paving Block</i>	49
Gambar 4.20 Box Besi Ukuran 75x75x60 cm.....	52
Gambar 4.21 Sebelum diberi Gaya <i>Vertical</i>	53
Gambar 4.22 Sesudah diberi Gaya <i>Vertical</i>	53
Gambar 4.23 Grafik Penurunan Tanah.....	54



ANALISIS PENURUNAN PERKERASAN *PAVING BLOCK* AKIBAT KADAR AIR PADA LAPISAN *SUBGRADE* (Area Kampus Unissula SEMARANG)

Oleh:

M. Ilham HR ¹⁾, M. Artha Dwi Y ¹⁾, Rachmat Mudiyo ²⁾, Selvia Agustina ²⁾

ABSTRAK

Berbagai inovasi dilakukan dalam penelitian dibidang jalan raya untuk mendapatkan kualitas jalan yang baik dan *efisien*. *Paving block* merupakan salah satu inovasi 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. Banyaknya mahasiswa yang melintas dan ditambah dengan adanya pembangunan di area kampus UNISSULA membuat banyak macam-macam kendaraan melintas di area jalan kampus. Kendaraan yang melintas dengan beban dan getaran yang berbeda mengakibatkan beberapa titik jalan dengan perkerasan *paving block* mengalami kerusakan dan perubahan elevasi.

Pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Dari data primer yang di gunakan yaitu survei volume kendaraan di area ruas jalan *xviielati sport center* kampus UNISSULA, melakukan perhitungan VDF (*Vehicle Damaging Factor*) atau faktor daya rusak kendaraan, dan yang terakhir melakukan uji laboratorium untuk menentukan penurunan tanah selama penelitian volume lalu lintas yang dilakukan selama 5 hari. Untuk mengetahui pengaruh kadar air dalam menahan gaya *vertical* menggunakan alat uji sederhana yaitu box besi ukuran 75x75x60 cm dengan dibantu alat *hydraulic jack*.

Hasil perhitungan VDF yang terberat adalah mobil truk molen dengan 2,74 ton, selanjutnya melakukan uji beban *vertical* yang di lakukan di laboratorium sebanyak tiga kali uji coba dan kadar air yang bervariasi maka ditemukan hasil penurunan tanah 5,2 cm untuk *subgrade* dengan kadar air 20% pada pengujian pertama, penurunan tanah 8 cm untuk *subgrade* dengan tambahan air 5% pada pengujian kedua, dan penurunan tanah 11,9 cm untuk *subgrade* dengan penambahan kadar air 10% pada percobaan ketiga.

Kata Kunci: *Paving block*, VDF, kadar air, penurunan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah salah satu sarana yang menjadi bagian utama untuk kemajuan dan pertumbuhan ekonomi suatu daerah. Banyaknya pembangunan jalan raya disuatu daerah berdampak pada kemajuan teknologi dibidang perkerasan jalan dan ekonomi. Berbagai inovasi dilakukan dalam penelitian dibidang jalan raya untuk mendapatkan kualitas jalan yang baik dan *efisien*. *Paving block* merupakan salah satu inovasi 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.

Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) adalah salah satu perguruan tinggi islam swasta terkemuka di Indonesia dan merupakan perguruan tinggi swasta tertua di Jawa Tengah yang berada di kota Semarang ibukota Provinsi Jawa Tengah. Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) merupakan perguruan tinggi swasta dengan akreditasi institusi Unggul dari BAN-PT yang saat ini memiliki 11 fakultas dengan 39 program studi terdiri dari D3, S1, S2, S3 dan profesi.

Sebagai perguruan tinggi ternama universitas islam sultan agung (UNISSULA) memiliki banyak mahasiswa sehingga pengurus UNISSULA terus memperbaiki dan melengkapi sarana dan prasarana agar dapat memfasilitasi mahasiswa dalam bidangnya masing masing. Banyaknya mahasiswa yang melintas dan di tambah dengan adanya pembangunan di area kampus UNISSULA membuat banyak macam_macam kendaraan melintas di area jalan kampus. Keadaan kendaran yang melintas dengan beban dan getaran yang berbeda mengakibatkan beberapa titik jalan dengan perkerasan *paving block* mengalami kerusakan dan perubahan elevasi.

Dengan dilatar belakangi kerusakan jalan dan penurunan elevasi jalan menggunakan perkerasan *paving block* di area kampus UNISSULA yang disurvei secara langsung, penelitian tugas akhir ini berfokus pada **analisis penurunan perkerasan *paving block***

akibat kadar air pada lapisan *subgrade* (Area Kampus UNISSULA Semarang).

Hal ini untuk mengetahui penyebab kerusakan jalan perkerasan *paving block* di beberapa titik area kampus UNISSULA.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Berapa volume lalu lintas dan apa saja jenis kendaraan yang melintas di area jalan kampus UNISSULA?
- b. Berapa besar VDF (*vehicle damage factor*) pada beban lalulintas perkerasan *paving block* jalan area kampus UNISULA?
- c. Berapa besar penurunan tanah yang terjadi pada struktur perkerasan *paving block* akibat beban lalulintas dengan kadar air yang bervariasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui volume lalu lintas dan jenis kendaraan yang melintasi jalan kampus UNISSULA pada titik jalan yang telah ditentukan.
- b. Untuk mengetahui berapa besar VDF (*vehicle damage factor*) pada beban lalulintas yang mempengaruhi perkerasan *paving block*.
- c. Untuk menghitung deformasi atau penurunan tanah akibat beban lalulintas terhadap perkerasan *paving block* dengan kadar air yang bervariasi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah tugas akhir ini adalah:

- a. Agar penelitian dapat terarah dan tidak meluas, maka dalam survey lalu lintas hanya dilakukan di titik depan *sport center* kampus UNISSULA.
- b. Data volume dan jenis kendaran yang melintas pada perkerasan *paving block* didapat dari hasil pengamatan langsung di lapangan.
- c. Data penurunan tanah didapat dari uji laboratorium.
- d. Survey lalulintas dilakukan saat masa perkuliahan sebagian *daring*

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat dari hasil penelitian terhadap penurunan *paving block*:

- a. Sebagai acuan terhadap pengelola yang berwenang agar menggunakan jenis perkerasan yang tepat pada penggunaan ataupun fungsi jalan.
- b. Hasil dari Analisa ini akan memberi informasi kelebihan dan kekurangan perkerasan *paving block*.
- c. penelitian ini dapat menunjang penelitian-penelitian selanjutnya dibidang perkerasan jalan dengan *paving block*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir disajikan dengan rincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi penjelasan tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang landasan teori penelitian sebelumnya yang memiliki hubungan dengan tema penelitian dan dasar teori yang mendukung penelitian yang sedang dilaksanakan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Membahas tentang tahap penelitian, metode pengumpulan data, metode pengolahan hasil, bagan alir dan jadwal pelaksanaan.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil penelitian dan pembahasan tentang penelitian yang telah dilaksanakan.

BAB V : PENUTUP

Membahas tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran terhadap penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis-jenis Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan konstruksi jalan yang diberi perkerasan lapis tertentu, yang mempunyai kekuatan, kekakuan, dan ketebakan, serta kestabilan tertentu untuk mampu menyalurkan beban lalu lintas diatasnya ke tanah datar secara aman. Perkesan jalan juga merupakan lapisan yang memisahkan antara roda kendaraan dengan tanah dasar jalan, yang diharapkan dapat memberi pelayanan pada sarana lalu lintas, dan diharap selama pelayananya dapat memberi pelayanan dengan baik dan tidak merusak jalan dngan kerusakan yang berarti.

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

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) merupakan perkerasan jalan yang menggunakan granula sebagai dasar atau menggunakan aspal sebagai lapisan paling teratas atau pada permukaanya. Agar lapisan perkerasan aspal memiliki kelenturan yang membuat kendaraan nyaman saat melintasi perkerasan. Untuk mendapatkan hasil konstruksi jalan yang optimal maka Perlu dilakukan kajian yang lebih intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya.

Kontruksi perkerasan lentur pada jalan raya memiliki dua macam bahan dasar yang terdiri dari aspal yang berfungsi sebagai bahan pengikat atau perkat dan agregat yang berfungsi sebagai material utama. Untuk membentuk beton aspal maka matrial dicampur pada suhu tertentu, dan untuk suhu pencampuranya di tentukan dengan jenis aspal yang digunakan.

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

Pada konstruksi perkerasan lentur memiliki dua jenis bahan konstruksi yaitu batu atau agregat dan bahan ikat yang terdiri dari aspal dan tanah liat. Perkerasan lentur memiliki lapisan berikut: lapis tanah dasar (*subgrade*), lapis pondasi bawah,. Ada di lapisan dasar dan lapisan atas. Komponen perkerasan lentur:

1) Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Tanah dasar merupakan permukaan tanah asli atau permukaan tanah timbunan ataupun permukaan tanah galian, yang berfungsi sebagai alas atau Area dasar untuk menempatkan potongan perkerasan lainnya. Untuk mengetahui keawetan dan kekuatan pada konstruksi perkerasan jalan biasanya sangat tergantung dari daya dukung dan sifat-sifat tanah dasarnya. Persoalan yang umum yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a) Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b) Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c) Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

2) Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapis Pondasi Bawah pada perkerasan jalan merupakan bagian lapisan yang terletak antara lapisan tanah dasar dan lapisan pondasi. Adapun fungsi lapisan pondasi bawah adalah sebagai berikut:

- a) Merupakan bagian dari konstruksi jalan yang berfungsi untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b) Untuk mencapai efisiensi penggunaan material yang relative murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (*penghematan biaya konstruksi*).
- c) Untuk mencegah lapisan tanah menembus ke dalam lapisan dasar.
- d) Ini akan menjadi lapisan pertama agar implementasinya berjalan lancar.

3) Lapis Pondasi (*Base Course*)

Lapis Pondasi merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah (*atau dengan tanah dasar apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah*) dan lapisan permukaan. Adapun fungsi pada lapisan pondasi adalah sebagai berikut:

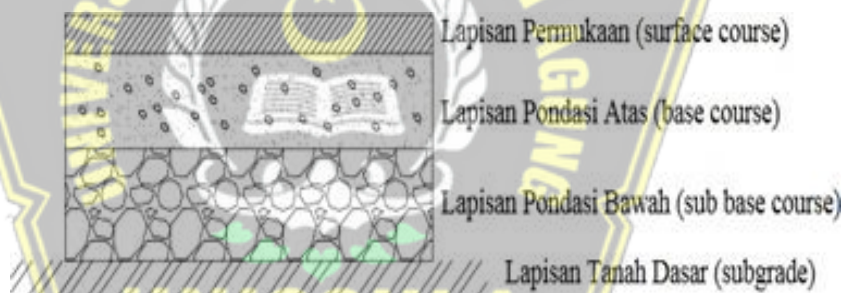
- a) Berfungsi sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
- b) Sebagai tempat perletakan lapisan permukaan.

4) Lapis Permukaan (*surface course*)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan merupakan paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a) Untuk bahan perkerasan untuk menopang beban roda.
- b) Untuk lapisan rapat air untuk mencegah badan jalan kerusakan akibat cuaca.
- c) Untuk lapisan aus (*wearing course*).

Lapis permukaan lentur dapat dilihat pada **Gambar 2.1** di bawah ini :



Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur (Pattipeilohy, 2019)

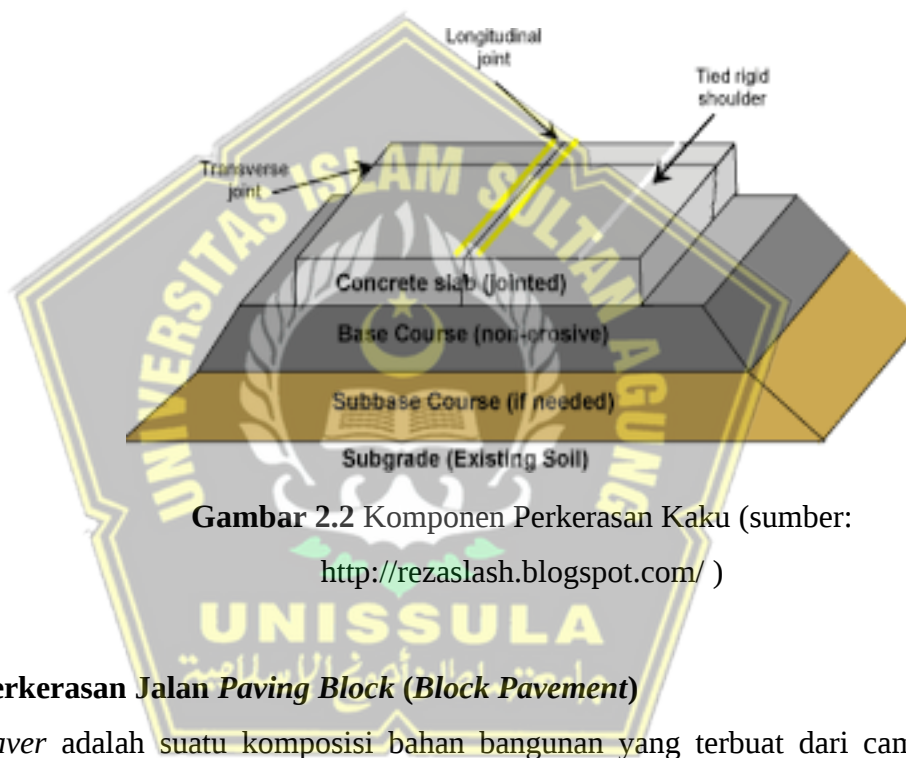
B. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Pada umumnya perkerasan kaku atau perkerasan beton semen *portland* atau *portland cement* (PC), umumnya terdiri dari pelat beton atau tulangan dan pondasi bawah (*subbase*), tetapi terkadang lapisan pada permukaan biasanya juga menggunakan lapisan aspal pada saat pembangunan maupun setelahnya.

Fungsi lapisan pondasi bawah perkerasan kaku adalah sebagai berikut :

- 1. Sebagai pengendalian pengaruh pada pemompaan.
- 2. Menjadi pengendali aksi pembekuan.
- 3. Untuk lapisan drainase,

4. Sebagai pengendali susut dan kembang tanah dasar.
 5. Mempermudah pelaksana, karena dapat difungsikan sebagai lantai kerja proyek.
- Lapisan pondasi bawah dipastikan harus lolos air dan tahan terhadap aksi erosive dari air untuk dapat mencegah pemompaan Lapisan atas dan bawah dan lapisan atas kadang-kadang digunakan, tetapi sangat jarang. Tergantung pada situasinya, perkerasan beton terdiri dari lamela tanpa tulangan, beton bertulang ringan, beton bertulang terus menerus, beton prategang atau beton serat. Komponen perkerasan kaku dapat dilihat pada **Gambar 2.2** dibawah ini :



Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku (sumber: <http://rezaslash.blogspot.com/>)

2.1.2 Perkerasan Jalan *Paving Block (Block Pavement)*

Paver adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolik lainnya, air dan agregat atau tanpa bahan tambahan lain yang tidak mempengaruhi mutu beton. *Paving block* adalah bahan bangunan yang dibuat dengan mencampurkan semen, pasir dan air, dan memiliki sifat yang mirip dengan mortar. Mortar adalah bahan bangunan yang dibuat dengan mencampurkan agregat halus seperti pasir dengan bahan pengikat dan air.

Perkerasan *Paving block* memiliki nilai estetik yang baik. Hal ini dapat di tunjukan dengan bentuk paving block yang bervariasi. *Paving block* terlihat indah

walaupun tidak diberi warna ataupun diberi pewarna saat pembuatannya. Hal ini membuat paving juga cocok digunakan sebagai lantai pada daerah luar bangunan.

Adapun bahan perkerasan *paving block* mempunyai beberapa keunggulan antara lain:

1. Pelaksanaannya mudah sehingga memberikan kesempatan kerja yang luas kepada masyarakat.
2. Pemeliharaan mudah.
3. Bila ada kerusakan, perbaikannya tidak memerlukan bahan tambahan hal ini dikarenakan *paving Block* merupakan bahan yang dapat di pakai Kembali meskipun telah mengalami pembongkaran.

Sedangkan kelemahan *paving block* antara lain:

4. Mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kereng nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.
5. Sehingga perkerasan *paving block* sangat cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan di lingkungan permukiman/perkotaan yang padat.

2.2 *Paving Block*

Beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan dalam menentukan mutu perkerasan jalan untuk memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996, antara lain:

1. Sifat Tampak

Paving block berbentuk sempurna, tidak ada retak atau deformasi, tidak ada sudut atau rusuk yang dapat dengan mudah dipangkas dengan tangan.

2. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran *paving block* untuk lantai bergantung dari kesepakatan antara pengguna dan produsen. Dimana pabrikan menggambarkan bentuk, ukuran dan konstruksi perkerasan peletakan lantai.

3. Sifat Fisik

Paving block bahan lantai harus memiliki kekuatan yang ditunjukkan pada **Tabel**

2.1

Tabel 2.1 Kekuatan Fisik *Paving block*

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Kg/Cm ²)		Ketahanan Aus (mm / menit)		Penyerapan rata-rata maks (%)
		Rata2	Min	Rata2	Min	
A	Perkerasan jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan Kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,251	10

(Sumber : SNI03-0691-1996)

Peletakan batu *paving* dapat berupa mozaik dengan kombinasi warna sesuai dengan estetika yang dirancang. Bisa berupa logo, tulisan, batas tempat parkir, atau petunjuk kawasan perumahan. Bentuk, kualitas dan ketebalan ditunjukkan pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Mutu dan Tebal *Paving Block*

No	Penggunaan	Kombinasi		
		Kelas	Tebal (mm)	Pola
1.	Trotoar dan Pertamanan	II	60	SB, AT, TI
2.	Tempat Parkir dan Garasi	II	60	SB, AT, TI
3.	Jalan Lingkungan	II/I	60/80	TI
4.	Terminal Bus	I	80	TI
5.	Container Yard, Taxy Way	I	100	TI

(Sumber : SK SNI T-04-1990-F)

Catatan pola : SB = Susunan Bata, AT = Ayaman Tikar, TI = Tulang ikan

2.2.1 Bahan Penyusun *Paving Block*

Seperti yang sudah diketahui perkerasan *paving block* memiliki 3 bahan penyusun utama antara lain sebagai berikut : semen, air, dan agregat, dengan atau tidak bahan tambahan.

1. Semen

Semen merupakan bahan yang berfungsi sebagai pengikat agregat dan bila dicampur dengan air semen menjadi pasta (Amriansyah Nasution 2009:5). Semen adalah bahan campuran yang menjadi aktif secara kimia bila kontak dengan air. Agregat tidak berperan penting dalam reaksi kimia, tetapi sebagai pengisi anorganik, mereka bertindak sebagai bahan pengisi yang mencegah perubahan volume beton setelah pencampuran selesai dan meningkatkan daya tahan beton yang dihasilkan.

2. Air

Pembuatan beton membutuhkan air untuk memproses semen secara kimia, melembabkan agregat, dan memberikan kenyamanan selama pekerjaan beton. Air minum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa berbahaya terkontaminasi garam, minyak gula, atau bahan kimia lainnya. Ketika digunakan dalam campuran beton, itu mengurangi kualitas beton dan bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

3. Agregat

Agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, krikil batu pecah dan kerak tunggu besi yang dipakai Bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan hal ini terdapat dalam SK.SNI T15199103,

2.2.2 Jenis-jenis *Paving Block*

1. *Paving block* press manual/tangan

Umumnya batu *paving* semacam ini dibuat dengan cara dicap atau dengan tangan. Mutu beton *paving block* jenis ini termasuk mutu beton kelas D (K 50-100). *Pavers* jenis *hand press* umumnya hanya digunakan untuk keperluan non struktural seperti trotoar, taman, pekarangan, dan keperluan lain yang tidak membawa beban berat

2. *Paving block* press mesin vibrasi

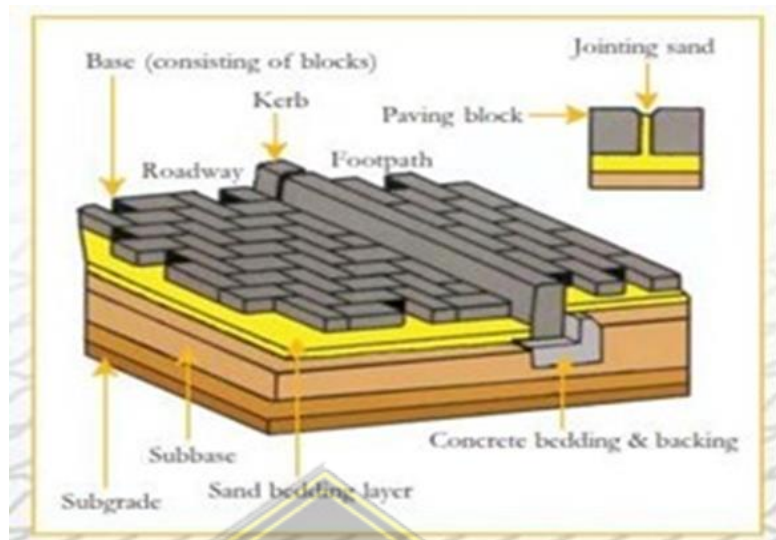
Paving block press vibrator diklasifikasikan sebagai paving stone dengan mutu beton mutu C-B (K150-250). Paving stone umumnya dibuat dengan menggunakan alat press yang dilengkapi dengan sistem getar. Vibrator tekan paving biasanya digunakan sebagai pavers tempat parkir. Mengingat perbedaan harga yang tidak jauh berbeda dengan *hydraulic press paver* (K 300-450), banyak konsumen yang lebih tertarik memilih *hydraulic press paver* dibandingkan *vibrating press paver*.

3. *Paving block* press hidrolik.

Paving jenis ini biasanya dibuat dengan cara pengepresan menggunakan alat press hidrolik dengan kuat tekan lebih dari 300 kg/cm². *Paver* blok hidrolik diklasifikasikan sebagai *paver* kelas mutu beton B-A (K 300-45). Penggunaan perkerasan jenis ini dapat digunakan tidak hanya untuk keperluan non struktural, tetapi juga untuk keperluan struktural yang berfungsi menahan beban berat seperti:.

2.2.3 Lapisan Perkerasan *Paving Block*

Perkerasan *paving block* memiliki 5 lapisan antara lain adalah sebagai berikut: *concrete block*, *bedding sand*, *course*, *subbase* dan *subgrade*. Dan *jointing sand* sebagai penyambung *paving block* satu sama lain. Prinsip pengoperasian batu *paving* sama dengan perkerasan lentur, dimana beban didistribusikan ke lapisan lain, sehingga beban dipindahkan secara vertikal dari perkerasan ke perkerasan, lapisan pondasi dan lapisan tanah bawah. Lapisan gipsum dapat dilihat pada **Gambar 2.3** di bawah ini;



Gambar 2.3 Lapisan Perkerasan *Paving Block* (Salsabilla Tsani, 20019)

2.2.4 Ketebalan *Paving*

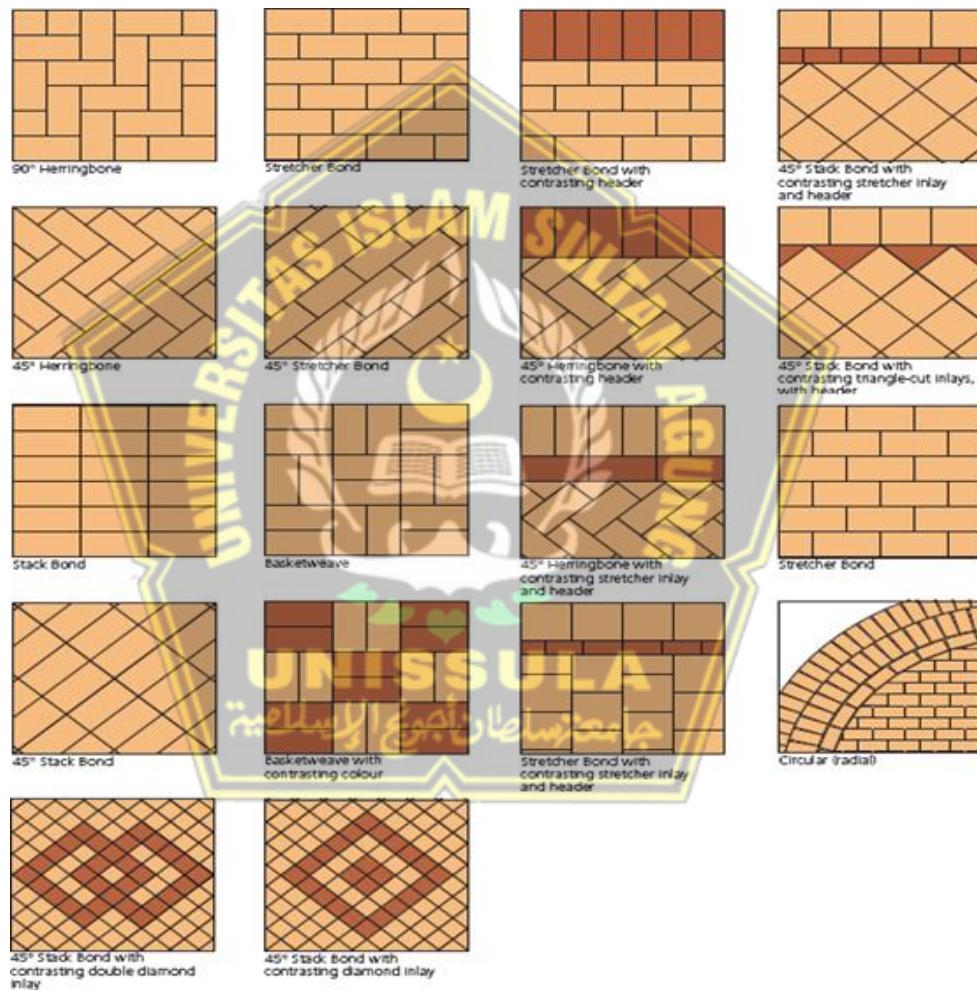
Paving block memiliki ketebalan yang berbeda-beda antara 50 smapai dengan 80 mm. Semakin tebal *paving* maka akan semakin baik perkerasan karena akan menahan deformasi *vertical* dan horizontal dengan baik. Namun dalam memilih perkerasn *paving block* harus di sesuaikan dengan biaya dan pengaplikasiannya. Umumnya dalam keperluan rumah 50 sampai dengan 60 mm memadai. Sedangkan untuk keperluan industry disarankan menggunakan *Paver* 80 mm

Ada tiga tingkat ketebalan rata-rata perkerasan jalan yang umum digunakan di Indonesia: 60mm, 80mm dan 100mm. Ketebalan 60mm biasanya digunakan untuk jalan dengan lalu lintas rendah dan frekuensi terbatas. Tebalnya juga 80mm dan biasanya digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas rendah dan frekuensi terbatas, seperti: Pickup, Truk, dan Bus. Ketebalan 100mm biasanya digunakan di jalan dengan lalu lintas padat, seperti crane, loader, dan alat berat lainnya. *Paving block* setebal 100mm banyak digunakan di pelabuhan dan kawasan industri.

2.3 Pola Penyusunan

Biasanya untuk pola penyusunan *paving block* di sesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola penyusunan biasanya ditentukan oleh persyaratan estetika dan

performanya. Pola penyusunan yang lain juga banyak yang memungkinkan untuk digunakan. Pola penyusunan *herringbone* umumnya digunakan untuk trotoar industry hal ini dikarenakan pola *herringbone* memiliki ketahanan terhadap deformasi *horizontal* dan *vertical*. Pola *herringbone* juga biasanya diutamakan untuk perkerasan jalan karena mempunyai kunci yang baik. Dalam proses pemasangan bisannya ujung susunan ditandai dengan pasak yang berbentuk topi uskup. Jenis-jenis penataan *paving block* dapat dilihat pada **Gambar 2.4** berikut ini :



Gambar 2.4 Jenis-Jenis Penataan *Paving Block* (Husna 2017 dalam Salsabilla Tsani, 20019)

2.3.1 Bentuk *Paving Block*

Bentuk *paver* dapat dibagi menjadi tiga kategori:

1. Kategori A (*Four Dented*)

Kategori A (*Four Dented*) jenis ini memiliki gerigi samping. Keempat penjuru ikatannya saling mengunci. Contohnya pada kategori A adalah *anchorlock*, *Uniespave*, dan *Grasspave*. Jenis ini biasanya digunakan untuk jalan, ini memungkinkan adanya interlock geometris di antara sisi-sisi block yang berdekatan.

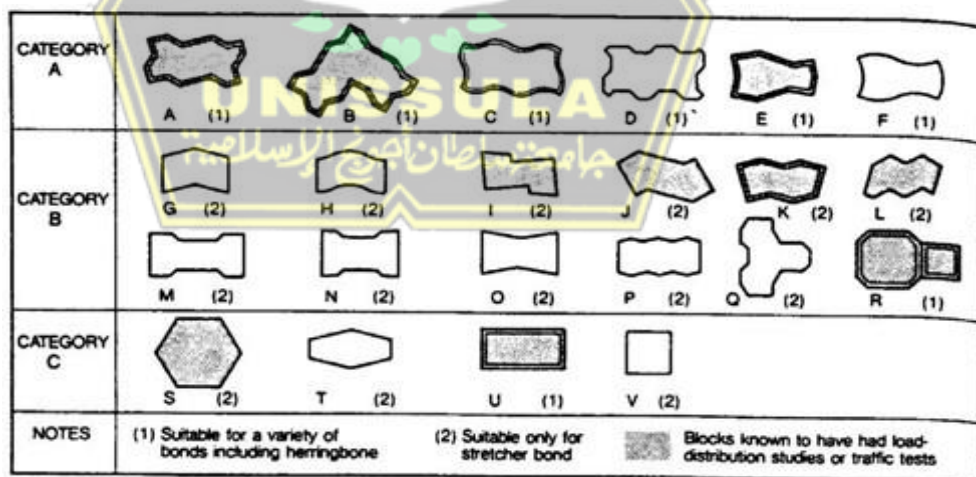
2. Kategori B (*Two Dented*)

Kategori B (*Two Dented*) ada dua jenis berfungsi sebagai pengunci susunannya mengarah membujur 1. Kategori ini digunakan pada perkerasan peralatan parkir.

3. Kategori C (*No Dented*)

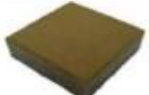
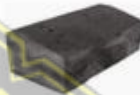
Kategori C (*No Dented*) *paving block* satu sama lain tidak saling mengunci. Kekuatan penguncian tergantung pada ketepatan ukuran dan keseragaman *paving block*. Kategori ini terdiri dari dua jenis yang biasa digunakan untuk trotoar: *Twinpave* dan *Quadpave*.

Bentuk *paving block* dapat dilihat pada **Gambar 2.5** dan **Gambar 2.6** berikut ini:



Gambar 2.5 Bentuk *Paving Block* (SNI 03-0691-1996 dalam Salsabilla Tsani, 20019)

PAVING BLOCK (REGULER TYPE)

 STRAIGHT / Bata 6 Cm X 10,5 Cm X 21 Cm 8 Cm X 10,5 Cm X 21 Cm 10 Cm X 10,5 Cm X 21 Cm Kebutuhan 44 Pcs / M²	 10/20 Bata 6 Cm X 10,5 Cm X 21 Cm Kebutuhan 50 Pcs / M²	 UNIPAVE / Cacing 6 Cm X 11,2 Cm X 22,5 Cm 8 Cm X 11,2 Cm X 22,5 Cm Kebutuhan 39 Pcs / M²	 TRIHEX 6 Cm X 9,6 Cm X 19,7 Cm 8 Cm X 9,6 Cm X 19,7 Cm Kebutuhan 39 Pcs / M²
 HEXAGON 6 Cm X 24 Cm X 30 Cm 8 Cm X 24 Cm X 30 Cm Kebutuhan 27 Pcs / M²	 SEGI EMPAT / 20/20 6 Cm X 20 Cm X 20 Cm 8 Cm X 20 Cm X 20 Cm Kebutuhan 25 Pcs / M²	 SEGI EMPAT / 21/21 6 Cm X 21 Cm X 21 Cm Kebutuhan 22 Pcs / M²	 TAHU / 10/10 6 Cm X 10 Cm X 10 Cm Kebutuhan 100 Pcs/M²
 TOPI USKUP 6 Cm X 20 Cm X 30 Cm 8 Cm X 20 Cm X 30 Cm Per Pcs	 KASTIN Taman 9 Cm X 19 Cm X 40 Cm Per Pcs	 KASTIN KAPUK 12/15 Cm X 28 Cm X 40 Cm Per Pcs	 KASTIN LUBANG AIR 12/15 Cm X 28 Cm X 40 Cm Per Pcs

Gambar 2.6 Bentuk *Paving Block* (Permana Putra, 2017 dalam Salsabilla Tsani, 20019)

2.4 Jointing and Bedding sand

Pada *perkerasan paving block jointing* dan *bedding sand* merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. dimana *jointing* dan *bedding sand* selalu berkaitan yaitu sebagai bahan pengunci pada *perkerasan paving block*. *Jointing* berfungsi sebagai pengisi celah pada sambungan blok paving dan *bedding* berfungsi sebagai bahan perata atau bantalan pada bagian *paving block*.

2.4.1 Syarat dan Kriteria Pasir Pengisi (*Jointing Sand*) pada *Paving Block*

Jointing atau pengisi pasir pada *paving block* merupakan lapisan pasir yang merata yang berada di antara sambungan-sambungan *paving block*. agar *paving block* tersambung dengan yang lainnya maka pada rongga antar sambungan di beri pasir melalui permukaan. Agar block tidak bergerak pada saat terjadi beban maksimum,

maka jarak antar *paving block* harus saling mengunci. Jarak antara blok itu sendiri mengunci rapat sekitar 2 mm sampai 5 mm yang diisi pasir (Fwa, 2006). Sementara masing-masing digunakan untuk jarak sambungan penggunaan yang dicadangkan antara 0,5 mm hingga 5 mm dan 2 mm hingga 6mm.

2.4.2 Pengaruh Pasir Perata *Paving* pada Ketahanan *Rutting*

Dalam pekerjaan *paving block* juga dibutuhkan bahan utama yaitu lapisan pasir, bagus dan tidaknya pemasangan *paving block* juga dipengaruhi oleh jenis pasir dan ketebalan yang digunakan. Jika tipe pasir yang digunakan dan ketebalannya tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan maka susunan paving tidak akan mengunci dan mengurangi ketahanan terhadap beban pelindung lapisan tanah. Yang dalam jangka panjang bisa mengakibatkan kerusakan pada paving seperti jenis kerusakan *rutting*.

2.4.3 Syarat dan Kriteria Pasir Alas (*Bedding Sand*) pada *Paving Block*

Lapisan pasir pengalas atau *bedding sand* adalah lapisan pasir yang terletak dibawah blok- blok paving yang berfungsi sebagai meletakkan sambungan sambungan blok-blok paving. Ketebalan *bedding sand* sendiri untuk mengisi ruang-ruang dibawah *paving block* sekitar 20 mm hingga 30 mm. Pemilihan ketebalan pasir perata adalah berbeda beda mengikuti kebutuhan di suatu tempat dan pengisian pasir. Dalam perata dipastikan dalam kondisi kering dan bebas air (CMAA, 1986).

2.4.4 Pengaruh Pasir Perata *Paving* pada Ketahanan *Rutting*

Lapisan pasir perata yaitu bagian utama dalam kerja perkerasan *paving block*, prestasi *paving block* sangat mempengaruhi jenis pasir dan ketebalan yang digunakan. Jika jenis pasir dan ketebalan digunakan tidak sesuai syarat yang ditentukan, maka susunan paving tidak akan mengunci dan mengurangi ketahanan beban pelindung pada lapisan tanah. Dalam jangka panjang mengakibatkan kerusakan pada paving seperti dialami kerusakan *rutting*. Gradasi aggregate untuk *jointing* dan *bedding sand* dapat dilihat pada **Tabel 2.3** berikut ini :

Tabel 2.3 Gradasi Aggregate Untuk *Jointing* dan *Bedding Sand*

Ukuran ayakan	Prosentase lolos untuk Bedding sand	Prosentase lolos untuk Jointing sand
3/8 in. (9.5 mm)	100	-
No. 4 (4.75 mm)	95 to 100	-
No. 8 (2.36 mm)	80 to 100	100
No. 16 (1.18 mm)	50 to 85	90 – 100
No. 30 (0.600 mm)	25 to 60	60 – 90
No. 50 (0.300 mm)	10 to 30	30 – 60
No. 100 (0.150 mm)	5 to 15	15 – 30
No. 200 (0.075 mm)	0 to 10	5 – 10

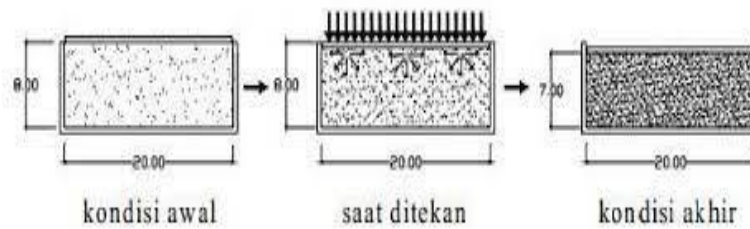
(Sumber : *British Standard 882,1201 : part 2 : 1973, London* dalam Rahadian, 2017)

2.5 Pembuatan *Paving Block*

Untuk pembuatan *paving block* yaitu metode konvensional dan mekanis untuk dua metode ini digunakan dalam masyarakat:

2.5.1 Metode Konvensional

Konvensional dikenal dengan metode gablokan paling banyak digunakan masyarakat. Untuk pembuatan *paving block* cara konvensional memakai alat gablokan dengan beban pemadatan yang mempengaruhi kepada tenaga orang yang mengerjakan. Metode ini digunakan masyarakat untuk industry rumah tangga karena alatnya sederhana dan mudah proses pembuatannya. Cara pembuatannya sangat membutuhkan tenaga orang yang mengerjakan karena melakukan proses penerapan dengan menghantam alat pemadat pada adukan yang ada dalam cetakan karena itu para pekerja cepat mengalami kelelahan. Prinsip kerja metode konvensional dapat dilihat pada **Gambar 2.7** berikut ini :



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Metode Konvensional (Hairunnisa, 2007 dalam Mildawatidari, 2022)

2.5.2 Metode Mekanis

Metode Mekanis ini menggunakan metode alat press. Alat untuk membuat *paving block* proses mekanis ini relatif mahal sehingga masih jarang digunakan.. Untuk proses mekanis biasanya digunakan pabrik dengan skala industri menengah atau besar. Cara pembuatan menggunakan mesin (*compression apparatus*). Prinsip kerja metode mekanis dapat dilihat pada **Gambar 2.8** berikut ini :



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Metode Mekanis (Hairunnisa, 2007 dalam Mildawatidari, 2022)

2.6 Daya Serap Air *Paving block* dan Ketahanan Aus *Paving block*

Paving block mempunyai pori-pori atau rongga oleh karena itu *paving block* bisa menyerap air. Pori-pori atau rongga makin banyak yang terkandung di *paving block* maka akan semakin banyak menyerap air maka ketahanan akan berkurang. Terjadinya pori-pori atau rongga diakibatkan kurang tepat pemasangan atau rapatnya material penyusunan.

2.6.1 Pengujian Daya Serap Air *Paving Block*

Daya serap air pada *paving block* dilakukan pengujian di laboratorium. Untuk mengetahui persentase menyerap air oleh *paving block*, yang pertama untuk uji daya serap air melakukan perendaman *paving block* dalam waktu 24 jam dan yang kedua ditimbang berat basah. Lalu selanjutnya dikeringkan didalam oven pada suhu kurang lebih 110°C selama 24 jam untuk mengetahui berat kering *paving block*.

2.6.2 Ketahanan Aus *Paving Block*

Ketahanan aus merupakan suatu benda (*paving block*) menerima gaya gesek yang mengakibatkan permukaan suatu benda menjadi tipis. Uji ketahanan aus sama dengan uji ketahanan aus untuk ubin semen, dengan cara meggosok permukaan *paving block* digosok terus menerus selama 5 menit dengan kecepatan konstan. Untuk mencegah terjadinya peningkatan suhu (*paving block*) dibasahi dengan air mengalir dan digosok.

2.6.3 Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan adalah jumlah tegangan per satuan luas yang akan ditahan oleh tubuh batu bulat yang menyebabkan benda uji runtuh ketika dibebani pada tekanan tertentu.

Rumus untuk menghitung kuat tekan pada *paving block* dapat dilihat pada persamaan (2.1) berikut :

$$\sigma = \frac{P}{L} \dots \dots \dots (2.1)$$

σ = Kuat hancur *Paving block* (kg/cm²)

P = Gaya yang bekerja (kg)

L = Luas penampang (cm²)

2.7 Pengujian Indeks Properti dan Mekanis Tanah

Aspek pengujian indeks propertis pada tahap awal guna untuk menentukan nilai tiap kadar air masing-masing pengujian dan untuk mengetahui jenis tanah di uji. Rumus pengujian kadar air pada persamaan (2.2) berikut :

Persentase kadar air (w), Perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat tanah kering.

$$w = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

w_1 = berat cawan

w_2 = berat tanah basah

w_3 = berat tanah kering

2.8 Klasifikasi Jalan dan Fungsi Jalan

2.8.1 Pengelompokan Jalan Menurut Sistem

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan utama yaitu dengan peran barang untuk pengembangan untuk semua pembangunan daerah, beserta menghubungkan simpul jasa distribusi yang berwujud kota atau pusat-pusat kegiatan.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder yaitu dengan peranan pelayanan jasa distribusi barang untuk masyarakat di dalam perkotaan, yang menghubungkan dalam kawasan di dalam perkotaan.

2.8.2 Pengelompokan Berdasarkan Fungsi Jalan

1. Jalan Arteri

Jalan arteri yaitu melayani angkutan utama, ciri-ciri yaitu :

- Perjalanan jarak yang jauh
- Kecepatan tergolong tinggi
- Secara efektif membatasi jumlah input dan memperhitungkan kapasitas input..

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor yaitu melayani angkutan yang mengumpulkan angkutan setempat, dengan ciri-ciri yaitu :

- a. Menempuh jarak menengah
- b. Kecepatan sedang
- c. Jumlah jalan terbatas

3. Jalan Lokal

Jalan daerah yang menyediakan angkutan daerah dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Perjalanan jarak pendek
- b. Kecepatan tergolong lambat
- c. Jumlah input yang tidak terbatas

2.8.3 Pengelompokan Jalan Menurut Status

1. Jalan Nasional

- a. Menghubungkan jalan ibukota dengan propinsi
- b. Tempat strategis
- c. Hubungan antar negara

2. Jalan Propinsi

- a. Jalan akses yang menghubungkan ibu kota provinsi dan ibu kota kabupaten
- b. Jalan yang strategis regional
- c. Menghubungkan jalan antara ibukota kabupaten atau antar kota

3. Jalan Kabupaten

- a. Menghubungkan jalan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan
- b. Menghubungkan jalan ibu kota kecamatan dengan ibu kota kecamatan lainnya.

2.8.4 Klasifikasi dalam Perencanaan

1. Kelas Jalan

Kelas Jalan ada dua tipe dibedakan berdasarkan fungsi jalan, bisa dilihat **Tabel**

2.4 dibawah ini :

Tabel 2.4 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (Ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	8
	IIIC	8

(Sumber : Nurdin, 2013)

2. Medan Jalan

Lihat **Tabel 2.5** di bawah ini untuk topografi jalan untuk desain geometris.

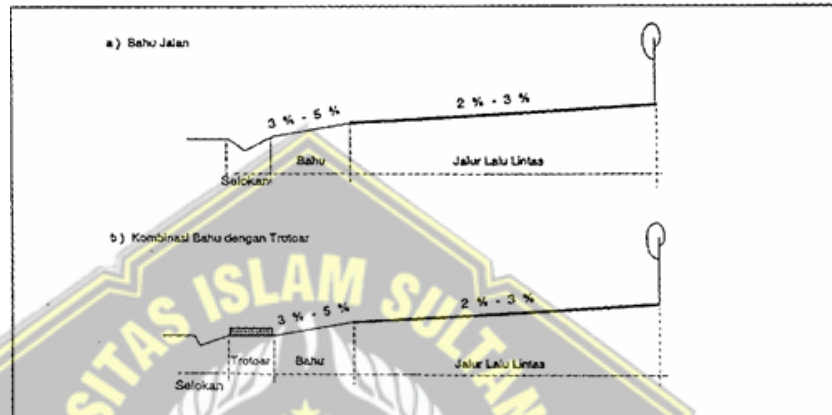
Tabel 2.5 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis medan	Notasi	Kemiringan medan (%)
1	Datarx	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 – 25
3	Pegunungan	G	>25

(Sumber : Nurdin, 2013)

3. Bahu Jalan

Merupakan jalur di tepi jalur lalu lintas. Bahu jalan biasanya digunakan untuk pejalan kaki, bahu jalan mempunyai kemiringan untuk pengaliran air agar tidak mengakibatkan banjir di jalur lalu lintas dan juga memperkuat konstruksi perkerasan jalan. Bahu jalan memiliki kemiringan normal yaitu 3% sampai 5%. Bahu jalan dapat dilihat pada **Gambar 2.9** berikut ini :



Gambar 2.9 Bahu Jalan (Salsabilla Tsani, 20019)

2.9 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas memiliki tiga karakteristik utama: volume, kecepatan, dan kepadatan..

1. Volume Lalu Lintas

Lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada suatu ruas jalan selama periode waktu tertentu, dinyatakan dalam kendaraan per satuan waktu (smp/jam) atau (smp/hari). Ada beberapa jenis lalu lintas, antara lain:

a) Volume harian

Sebagai dasar dasar perencanaan jalan dan observasi umum lalu lintas

b) Volume jam-an (*hourly volumes*)

Yaitu volume lalu lintas terjadi setiap jam pada lokasi tertentu.

c) Volume per Sub-jam (*Subhourly volumes*)

Yaitu volume waktu yang lebih kecil dari satu jam, biasa diambil periode 15 menit.

LV=1,0 HV=1,3 MC=0,4. Arus Lalu lintas (Q) dinyatakan persamaan (2.3) berikut :

$$Q = (MC \times emp MC) + (LV \times emp LV) + (HV \times emp HV) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

Q = Arus dan komposisi lalu lintas (SMP/jam)

MC = Jumlah kendaraan sepeda motor pada waktu tertentu

empMC = Ekuivalensi mobil penumpang sepeda motor

LV = Jumlah kendaraan ringan pada waktu tertentu

empLV = Ekuivalensi mobil penumpang kendaraan ringan

HV = Jumlah kendaraan berat pada waktu tertentu

2. Kecepatan

Kecepatan merupakan nilai di hitung dari pergerakan kendaran dari suatu jarak per satuan waktu. Kecepatan juga disebut sebagai laju suatu gerakan kendaraan dalam suatu km/jam. Rata – rata kecepatan ada dua jenis yaitu:

a) Kecepatan Setempat Rata-rata/*Time mean speed (TMS)*

Seluruh kendaraan rata-rata kecepatan yang melewati suatu titik dari jalan selama periode waktu tertentu.

b) Kecepatan Ruang Rata-rata/*Space Mean Speed (SMS)*

Seluruh kendaraan rata-rata kecepatan yang menempati suatu penggal jalan selama periode tertentu.

3. Kepadatan

Kepadatan menjadikan jumlah kendaraan menenmpati suatu panjang jalan/ lajur, dihitung dari nilai kecepatan dan arus sebagai hubungan untuk kerapatan sulit

diukur secara langsung di lapangan. Diexpresikan dalam kendaraan per kilometer. Maka dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2.4) berikut :

$$D = Q / U_s \dots\dots\dots(2.4)$$

Q = Volume (kend/jam atau smp/jam)

D = Kepadatan (kend/km atau kend/km)

U_s = Kecepatan lalu lintas (km/jam)

Ada tiga jenis kendaraan yaitu :

a) Kendaraan ringan (LV)

Merupakan kendaraan yang bermotor ber as dua dengan roda 4 dan dengan jarak as 2,0 sampai 3,0 yaitu, mobil penumpang, oplet mikrobis truck kecil dan pick up sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

b) Kendaraan berat (HV)

Menurut sistem klasifikasi Bina Marga, kendaraan bermotor dengan roda empat atau lebih: bus, truck 3 as, truck 2 as dan truck.

c) Sepeda motor (MC)

Menurut sistem klasifikasi Bina Marga, kendaraan bermotor roda 2 atau 3, yaitu sepeda motor dan becak.

Data hasil survei model kendaraan diubah menjadi satuan kendaraan (SMP) untuk pemerataan penggunaan lahan untuk masing-masing model kendaraan. MKJI (1997) merekomendasikan nilai konversi untuk setiap kelas kendaraan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.6** di bawah ini.:

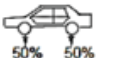
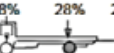
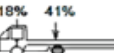
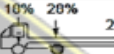
Tabel 2.6 Nilai Emp Untuk Jalan Perkotaan Terbagi Satu Arah

Tipe Jalan : Jalan Suatu Arah dan Jalan Terbagi	Arus Lalu Lintas Per Lajur (Kend/Jam)	Emp	
		HV	MC
Dua Lajur Satu Arah (2/10)	0	1,3	0,40
dan Empat Lajur Terbagi (4/2D)	≥ 1050	1,3	0,25
Tiga Lajur Satu Arah (3/1)	0	1,3	0,40
dan Enam Lajur Terbagi (6/2D)	≥ 110	1,2	0,25

(Sumber : MKJI (1997))

2.10 Beban Lalu Lintas

Analisis rencana dasar pada jalan fleksibel menggunakan parameter pemeriksaan lalu lintas untuk mendapatkan bentuk kumulatif EAL (*Equivalent Axle Load*) selama umur rencana. Menurut Bina Marga, *Equivalent Axle Load* (EAL) adalah angka yang menunjukkan rasio tingkat kerusakan jalur beban gandar kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalur beban gandar standar. EAL juga dikenal sebagai Faktor Kerusakan Kendaraan (VDF). Nilai keseimbangan beban merupakan faktor yang sangat penting untuk mendapatkan rumus EAL (*Equivalent Axle Load*). Karena beban lalu lintas kendaraan didistribusikan oleh tekanan roda di permukaan jalan, semakin tinggi beban, jika tidak diimbangi dengan distribusi beban yang tepat, meningkatkan nilai Faktor Kerusakan (DF), yang menyebabkan kerusakan dini pada jalan. kinerja jalan. Melayani lalu lintas di era perencanaan.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	LE 18 KSAL KOSONG	LE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,2,2 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	8,2	20	28,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar 2.10 Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan (Sumber : Bina Marga, No. 01/MN/BM/83)

Data yang terdapat pada Gambar 2.11 dapat digunakan untuk menghitung *Vehicle Damaging Factor* (VDF). Rasio VDF tingkat kerusakan yang disebabkan oleh satu jalur beban kendaraan satu poros tunggal dalam satu jalur beban satu poros standar adalah 8,16 ton (18000 lbs). Ada rumus untuk menentukan VDF. Rumus untuk menentukan VDF pada persamaan (2.5) berikut :

$$VDF = k \left[\frac{P}{P_{std}} \right]^b \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana

- | | | | |
|------------------|------------------------------------|---|--------------------------|
| VDF | : faktor daya rusak kendaraan | k | : faktor sumbu |
| P | : beban as gandar kendaraan (ton) | | : 1 untuk sumbu tunggal |
| P _{std} | : beban as gandar standart (ton) | | : 0,86 untuk sumbu ganda |
| b | : nilai pangkat pada persamaan EAL | | |

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penelitian

Dalam penelitian ini secara umum dibagi menjadi tiga tahapan penelitian, yaitu tahap identifikasi tahap pengumpulan data dan pengolahan data, dan tahapan hasil dan kesimpulan.

a. Tahap identifikasi

Tahap identifikasi yaitu dimulai dengan cara perumusan masalah dari latar belakang kemudian menentukan topik yang akan dibahas dalam penelitian ini. Setelah itu melakukan studi Pustaka dari topik yang telah ditentukan.

b. Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Tahap pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data tersebut dikumpulkan dengan cara survey lapangan, dan mengumpulkan data penelitian tentang konfigurasi sumbu kendaraan. Kemudian data yang telah didapat diuji laboratorium untuk mengetahui deformasi dan penurunan tanah akibat kadar air pada lapisan *subgrade* pada perkerasan *paving block*.

c. Tahap hasil dan kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pengujian data yang telah didapat dari penelitian ini, maka akan didapat hasil pengaruh kadar air pada lapisan *subgrade* terhadap penurunan perkerasan *paving block*. Setelah itu menyimpulkan hasil penelitian kemudian memberi saran dan masukan terhadap hasil penelitian.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian ini maka diperlukan data. Data penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer penelitian ini didapat dari survey lapangan yaitu menghitung lalu lintas untuk menghitung besar VDF beban kendaraan yang melintas diatas perkerasan *paving block* kemudian diuji laboratorium. Data sekunder pada penelitian ini didapat dari data penelitian

sebelumnya yaitu data beban lalu lintas khususnya pada data konfigurasi beban sumbu kendaraan.

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat alat yang digunakan dalam penelitian survey lapangan adalah sebagai berikut :

- a. Alat tulis
- b. Alat ukur berupa meteran
- c. Formulir survey
- d. Alat hitung manual (*finger counter*)
- e. Kalkulator
- f. Kamera dan tripod
- g. Laptop
- h. Payung

3.2.2 Langkah Langkah Penelitian

Langkah Langkah penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

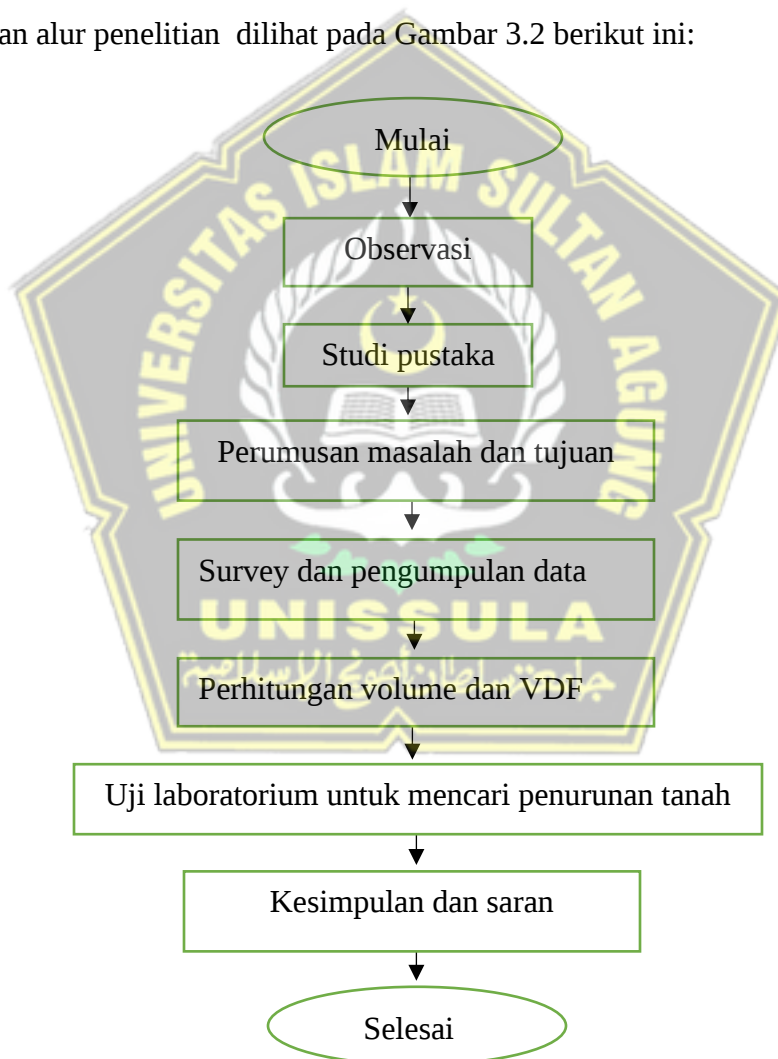
- a. Langkah pertama yaitu pengumpulan alat yang akan digunakan pada survey lalu lintas pada titik jalan area kampus UNISSULA.
- b. Langkah selanjutnya melakukan survey lapangan yaitu menghitung jumlah dan besar VDF kendaraan yang melintas diatas perkerasan *paving block* untuk mendapatkan data.
- c. Setelah data lalulintas terkumpul kemudian Langkah selanjutnya menganalisis data yang telah diperoleh dengan uji laboratorium untuk mengetahui penurunan tanah pada perkerasan *paving block*
- d. Setelah menemukan hasil selanjutnya adalah menyimpulkan dan memberi saran dari hasil yang didapat dari penelitian.

3.3 Metode Pengolahan Hasil

Setelah mengetahui data jenis dan banyak kendaraan yang melintas di area jalan kampus UNISSULA Semarang, maka tahap selanjutnya memilih jenis kendaraan yang paling besar VDF nya. Kemudian selanjutnya melakukan uji laboratorium dengan kadar air yang bervariasi pada lapisan *subgrade*. Dari hasil analisis maka akan disimpulkan berapa penurunan perkerasan *paving block* akibat kadar air pada *subgrade* di area kampus UNISSULA Semarang.

3.4 Bagan Alur Penelitian

Bagan alur penelitian dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Volume Lalu Lintas dan Jenis Kendaraan

Volume merupakan jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan selama periode waktu tertentu. Dengan faktor koreksi masing-masing kendaraan yaitu $LV=1,0$ $HV=1,3$ $MC=0,4$. Arus Lalu lintas (Q) dinyatakan persamaan (2.3):

$$Q = (MC \times \text{emp } MC) + (LV \times \text{emp } LV) + (HV \times \text{emp } HV)$$

$$Q = (98 \times 0,4) + (7 \times 1,0) + (0 \times 1,3)$$

$$= 46,2$$

Survey volume lalu lintas kendaraan dilakukan dilokasi depan gedung *sport center* kampus UNISSULA pada saat perkuliahan *daring* dan sebagian *luring* bisa dilihat pada berikut ini :



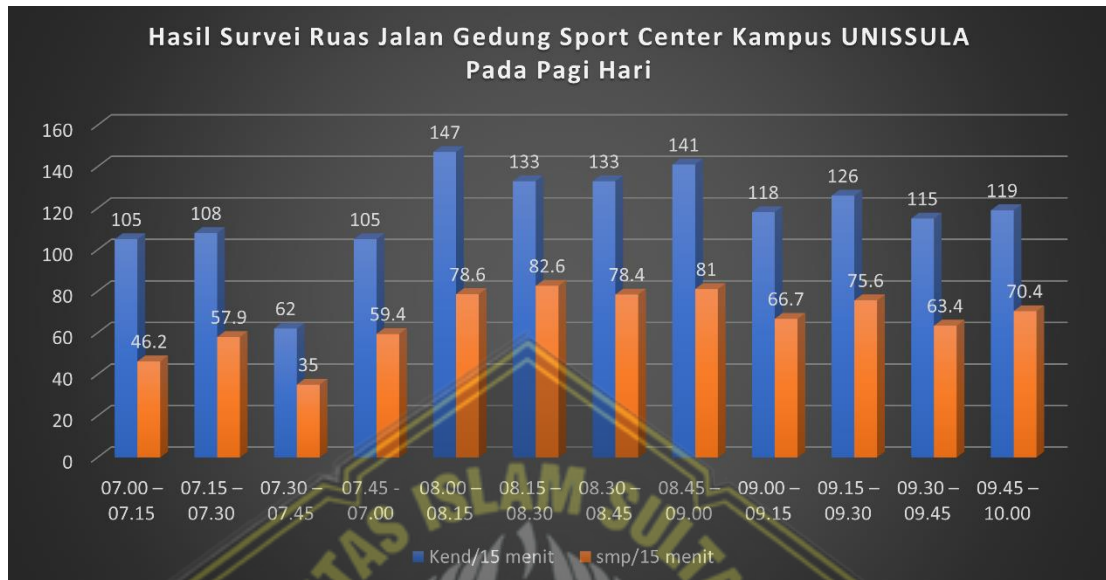
Tabel 4.1 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung *Sport Center* Kampus

UNISSULA Hari Jum'at 27 Mei 2022

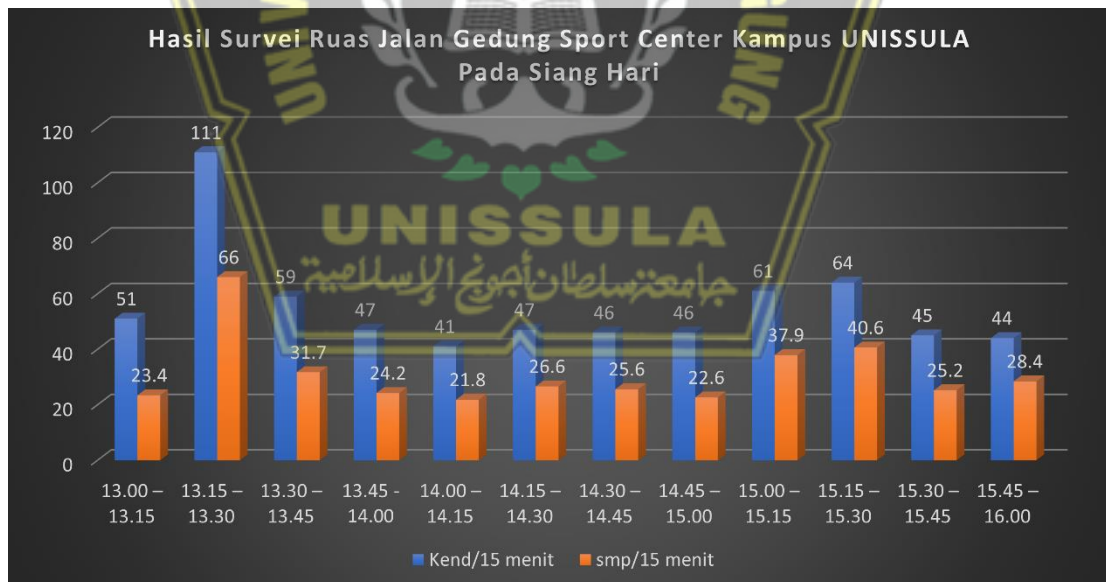
Waktu	Ruas Jalan Gedung Sport Center Kampus UNISSULA					
Periode (WIB)	Kendaraan			Total		
	HV	LV	MC	Kend/15 menit	smp/15 menit	smp/jam
07.00 – 07.15	0	7	98	105	46.2	198.5
07.15 – 07.30	1	23	84	108	57.9	
07.30 – 07.45	2	14	46	62	35	
07.45 - 08.00	2	26	77	105	59.4	
08.00 – 08.15	0	33	114	147	78.6	320.6
08.15 – 08.30	4	43	86	133	82.6	
08.30 – 08.45	0	42	91	133	78.4	
08.45 – 09.00	2	38	101	141	81	
09.00 – 09.15	3	28	87	118	66.7	276.1
09.15 – 09.30	2	39	85	126	75.6	
09.30 – 09.45	0	29	86	115	63.4	
09.45 – 10.00	2	35	82	119	70.4	
TOTAL	18	357	1037	1412	795.2	
13.00 – 13.15	0	5	46	51	23.4	145.3
13.15 – 13.30	2	33	76	111	66	
13.30 – 13.45	1	12	46	59	31.7	
13.45 - 14.00	0	9	38	47	24.2	
14.00 – 14.15	0	9	32	41	21.8	96.6
14.15 – 14.30	0	13	34	47	26.6	
14.30 – 14.45	0	12	34	46	25.6	
14.45 – 15.00	0	7	39	46	22.6	
15.00 – 15.15	5	15	41	61	37.9	132.1
15.15 – 15.30	2	22	40	64	40.6	
15.30 – 15.45	2	9	34	45	25.2	
15.45 – 16.00	2	15	27	44	28.4	
TOTAL	14	161	487	662	374	
Jumlah Kendaraan	32	518	1524	2074	1169.2	

Hal ini dapat dilihat dari **Tabel 4.1** di atas, bahwa penelitian di ruas jalan depan gedung *sport center* kampus UNISSULA pada Hari Jum'at 27 Mei 2022 selama 6 jam didominasi oleh kendaraan bermotor dengan jumlah 1524 kendaraan. Kemudian diikuti dengan kendaraan ringan sebanyak 518 kendaraan. Kemudian kendaraan berat dengan jumlah 32 kendaraan. Untuk smp/jam paling tinggi terjadi pada pukul 08.15 – 08.30

dengan jumlah 82,6 smp/15 menit. hal ini dapat dilihat pada gambar **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**.



Gambar 4.1 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Jum'at Pagi 27 Mei 2022



Gambar 4.2 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Jum'at Siang 27 Mei 2022

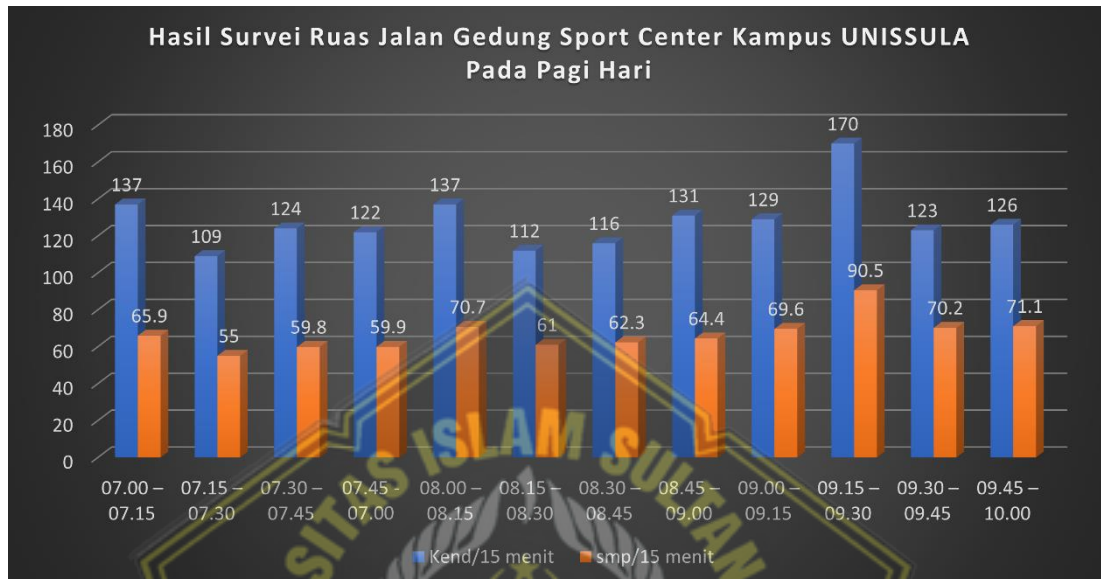
Hasil tabel survei volume kendaraan pada hari Senin dapat dilihat pada **Tabel 4.2** berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung *Sport Center* Kampus
UNISSULA Hari Senin 30 Mei 2022

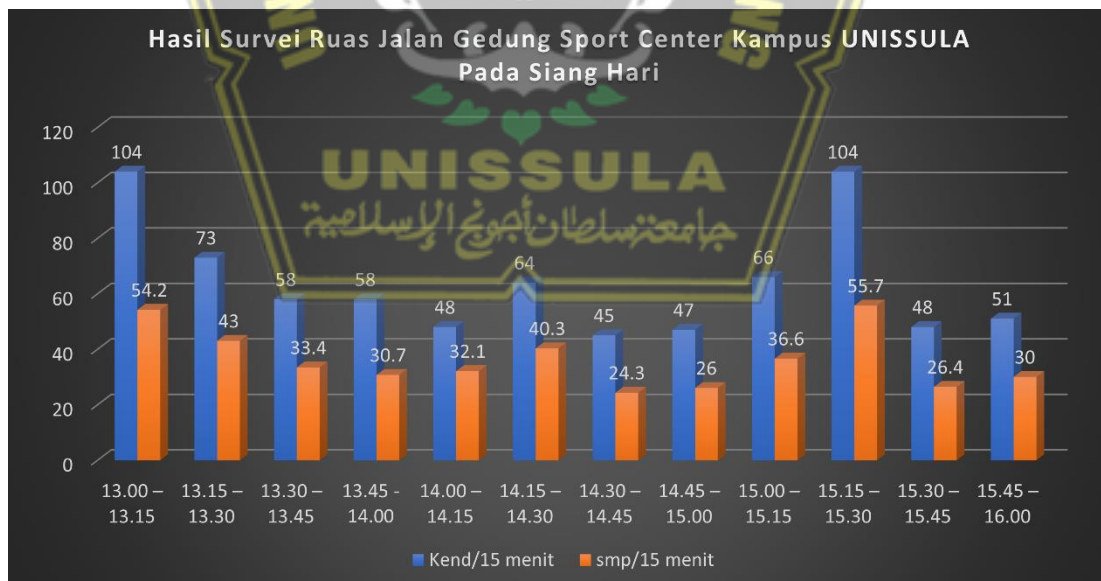
Waktu	Ruas Jalan Gedung Sport Center Kampus UNISSULA					
Periode (WIB)	Kendaraan			Total		
	HV	LV	MC	Kend/15 menit	smp/15 menit	smp/jam
07.00 – 07.15	1	17	119	137	65.9	240.6
07.15 – 07.30	0	19	90	109	55	
07.30 – 07.45	0	17	107	124	59.8	
07.45 - 08.00	1	17	104	122	59.9	
08.00 – 08.15	3	22	112	137	70.7	258.4
08.15 – 08.30	0	27	85	112	61	
08.30 – 08.45	1	25	90	116	62.3	
08.45 – 09.00	0	20	111	131	64.4	
09.00 – 09.15	0	30	99	129	69.6	301.4
09.15 – 09.30	1	36	133	170	90.5	
09.30 – 09.45	2	32	89	123	70.2	
09.45 – 10.00	3	30	93	126	71.1	
TOTAL	12	292	1232	1536	800.4	
13.00 – 13.15	0	21	83	104	54.2	161.3
13.15 – 13.30	0	23	50	73	43	
13.30 – 13.45	0	17	41	58	33.4	
13.45 - 14.00	1	11	46	58	30.7	
14.00 – 14.15	1	20	27	48	32.1	122.7
14.15 – 14.30	3	20	41	64	40.3	
14.30 – 14.45	1	9	35	45	24.3	
14.45 – 15.00	0	12	35	47	26	
15.00 – 15.15	2	14	50	66	36.6	148.7
15.15 – 15.30	1	22	81	104	55.7	
15.30 – 15.45	0	12	36	48	26.4	
15.45 – 16.00	0	16	35	51	30	
TOTAL	9	197	560	766	432.7	
Jumlah Kendaraan	21	489	1792	2302	1233.1	

Hal ini dapat dilihat dari **Tabel 4.2** di atas, bahwa penelitian di ruas jalan depan gedung *sport center* kampus UNISSULA pada Hari Senin 30 Mei 2022 selama 6 jam didominasi oleh kendaraan bermotor dengan jumlah 1792 kendaraan. Kemudian diikuti

dengan kendaraan ringan sebanyak 489 kendaraan, dan kendaraan berat dengan jumlah 21 kendaraan. Untuk smp/jam paling tinggi terjadi pada pukul 09.15 – 09.30 dengan jumlah 90,5 smp/15 menit. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4**.



Gambar 4.3 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Senin Pagi 30 Mei 2022



Gambar 4.4 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Senin Siang 30 Mei 2022

Hasil tabel survei volume kendaraan pada hari Selasa dapat dilihat pada **Tabel 4.3** berikut ini:

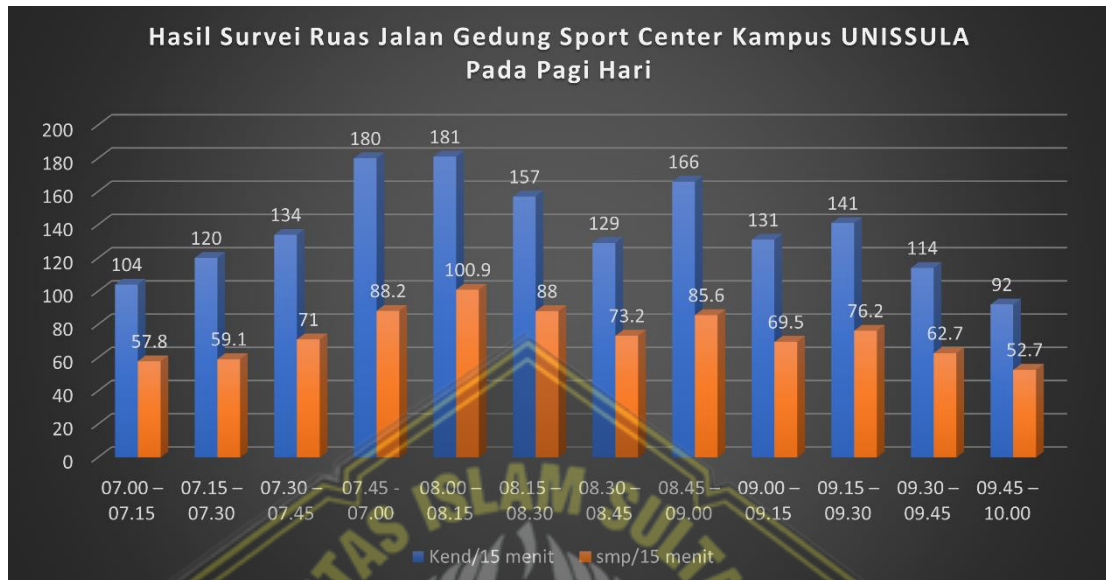
Tabel 4.3 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung *Sport Center* Kampus

UNISSULA Hari Selasa 31 Mei 2022

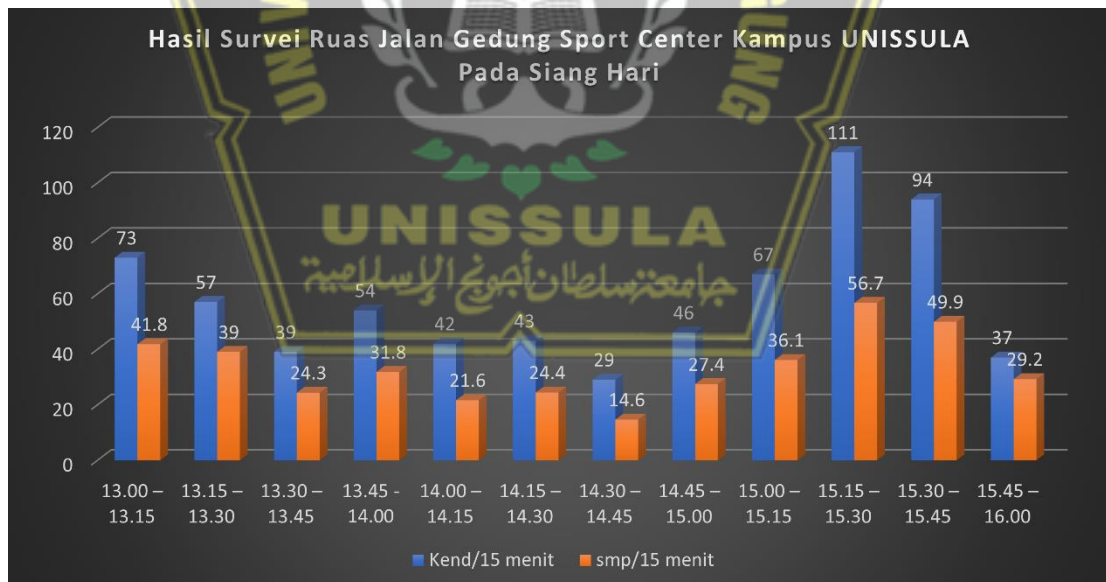
Waktu	Ruas Jalan Gedung Sport Center Kampus UNISSULA					
Periode (WIB)	Kendaraan			Total		
	HV	LV	MC	Kend/15 menit	smp/15 menit	smp/jam
07.00 – 07.15	0	27	77	104	57.8	276.1
07.15 – 07.30	1	17	102	120	59.1	
07.30 – 07.45	0	29	105	134	71	
07.45 - 08.00	0	27	153	180	88.2	
08.00 – 08.15	3	43	135	181	100.9	347.7
08.15 – 08.30	2	39	116	157	88	
08.30 – 08.45	2	33	94	129	73.2	
08.45 – 09.00	0	32	134	166	85.6	
09.00 – 09.15	1	27	103	131	69.5	261.1
09.15 – 09.30	2	30	109	141	76.2	
09.30 – 09.45	1	27	86	114	62.7	
09.45 – 10.00	3	22	67	92	52.7	
TOTAL	15	353	1281	1649	884.9	
13.00 – 13.15	0	21	52	73	41.8	136.9
13.15 – 13.30	4	21	32	57	39	
13.30 – 13.45	1	13	25	39	24.3	
13.45 - 14.00	4	11	39	54	31.8	
14.00 – 14.15	0	8	34	42	21.6	88
14.15 – 14.30	2	9	32	43	24.4	
14.30 – 14.45	0	5	24	29	14.6	
14.45 – 15.00	2	12	32	46	27.4	
15.00 – 15.15	1	14	52	67	36.1	171.9
15.15 – 15.30	1	19	91	111	56.7	
15.30 – 15.45	1	19	74	94	49.9	
15.45 – 16.00	2	21	14	37	29.2	
TOTAL	18	173	501	692	396.8	
Jumlah Kendaraan	33	526	1782	2341	1281.7	

Dilihat **Tabel 4.3** diatas dapat di ketahui bahwa penelitian di ruas jalan depan gedung *sport center* kampus UNISSULA pada Hari Selasa 31 Mei 2022 selama 6 jam didominasi oleh kendaraan bermotor dengan jumlah 1782 kendaraan. Kemudian diikuti dengan kendaraan ringan sebanyak 526 kendaraan, dan kendaraan berat dengan jumlah

33 kendaraan. Untuk smp/jam paling tinggi terjadi pada pukul 08.00 – 08.15 dengan jumlah 100,9 smp/15 menit. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.6**.



Gambar 4.5 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Selasa Pagi 31 Mei 2022



Gambar 4.6 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Selasa Siang 31 Mei 2022

Hasil tabel survei volume kendaraan pada hari Kamis dapat dilihat pada **Tabel 4.4** berikut ini:

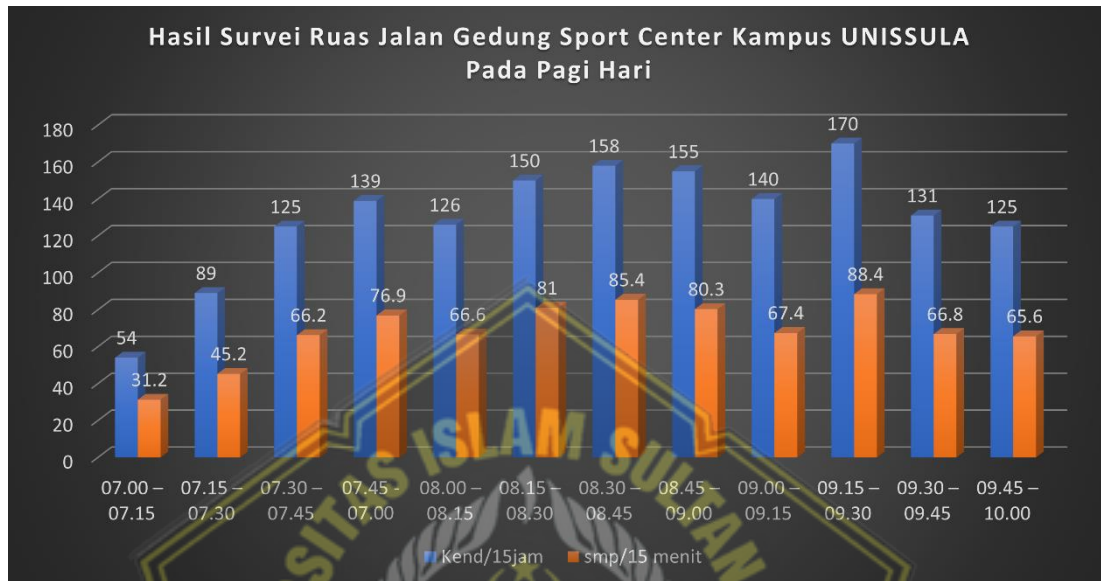
Tabel 4.4 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung *Sport Center* Kampus

UNISSULA Hari Kamis 2 Juni 2022

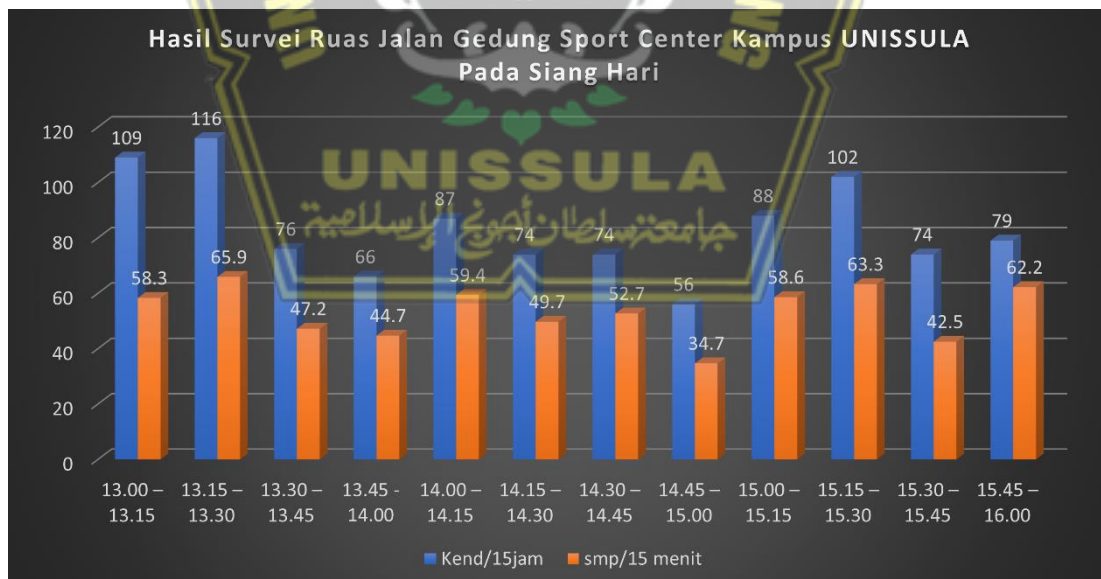
Waktu	Ruas Jalan Gedung Sport Center Kampus UNISSULA					
Periode (WIB)	Kendaraan			Total		
	HV	LV	MC	Kend/15jam	smp/15 menit	smp/jam
07.00 – 07.15	0	16	38	54	31.2	219.5
07.15 – 07.30	0	16	73	89	45.2	
07.30 – 07.45	0	27	98	125	66.2	
07.45 - 08.00	1	34	104	139	76.9	
08.00 – 08.15	0	27	99	126	66.6	313.3
08.15 – 08.30	0	35	115	150	81	
08.30 – 08.45	0	37	121	158	85.4	
08.45 – 09.00	1	29	125	155	80.3	
09.00 – 09.15	0	19	121	140	67.4	288.2
09.15 – 09.30	0	34	136	170	88.4	
09.30 – 09.45	0	24	107	131	66.8	
09.45 – 10.00	0	26	99	125	65.6	
TOTAL	2	324	1236	1562	821	
13.00 – 13.15	1	23	85	109	58.3	216.1
13.15 – 13.30	1	31	84	116	65.9	
13.30 – 13.45	0	28	48	76	47.2	
13.45 - 14.00	3	26	37	66	44.7	
14.00 – 14.15	2	38	47	87	59.4	196.5
14.15 – 14.30	1	32	41	74	49.7	
14.30 – 14.45	3	34	37	74	52.7	
14.45 – 15.00	1	19	36	56	34.7	
15.00 – 15.15	4	33	51	88	58.6	212.8
15.15 – 15.30	3	33	66	102	63.3	
15.30 – 15.45	1	20	53	74	42.5	
15.45 – 16.00	0	28	51	79	48.4	
TOTAL	20	345	636	1001	625.4	
Jumlah Kendaraan	22	669	1872	2563	1446.4	

Bisa dilihat **Tabel 4.4** diatas dapat di ketahui bahwa penelitian di ruas jalan depan gedung *sport center* kampus UNISSULA pada Hari Kamis 2 Juni 2022 selama 6 jam didominasi oleh kendaraan bermotor dengan jumlah 1872 kendaraan. Kemudian diikuti

dengan kendaraan ringan sebanyak 669 kendaraan, dan kendaraan berat dengan jumlah 22 kendaraan. Untuk smp/jam paling tinggi terjadi pada pukul 09.15 – 09.30 dengan jumlah 88,4 smp/15 menit. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.7** dan **Gambar 4.8**.



Gambar 4.7 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Kamis Pagi 2 Juni 2022



Gambar 4.8 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Kamis Siang 2 Juni 2022

Hasil tabel survei volume kendaraan pada hari Kamis dapat dilihat pada **Tabel 4.5** berikut ini:

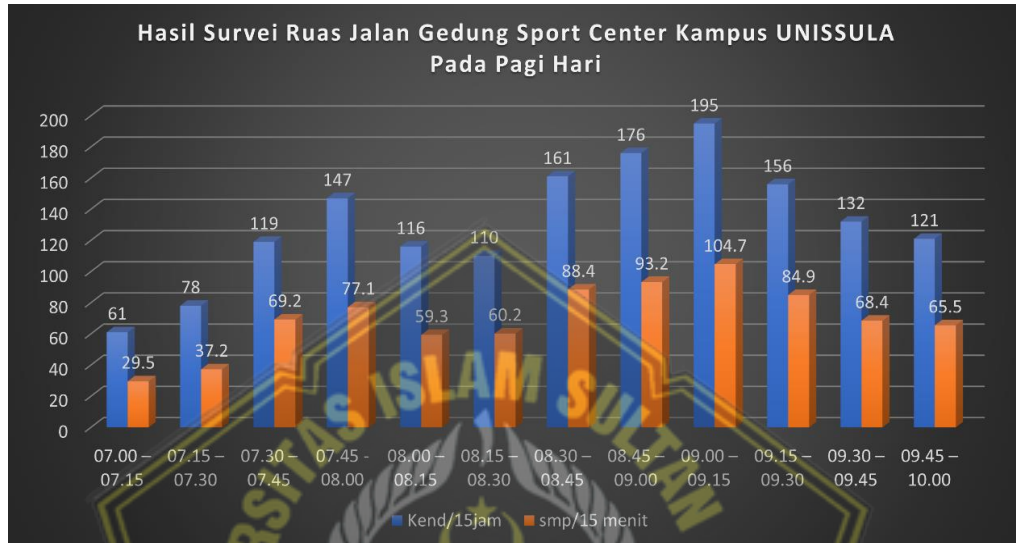
Tabel 4.5 Hasil Survei Volume Kendaraan Gedung *Sport Center* Kampus

UNISSULA Hari Rabu 8 Juni 2022

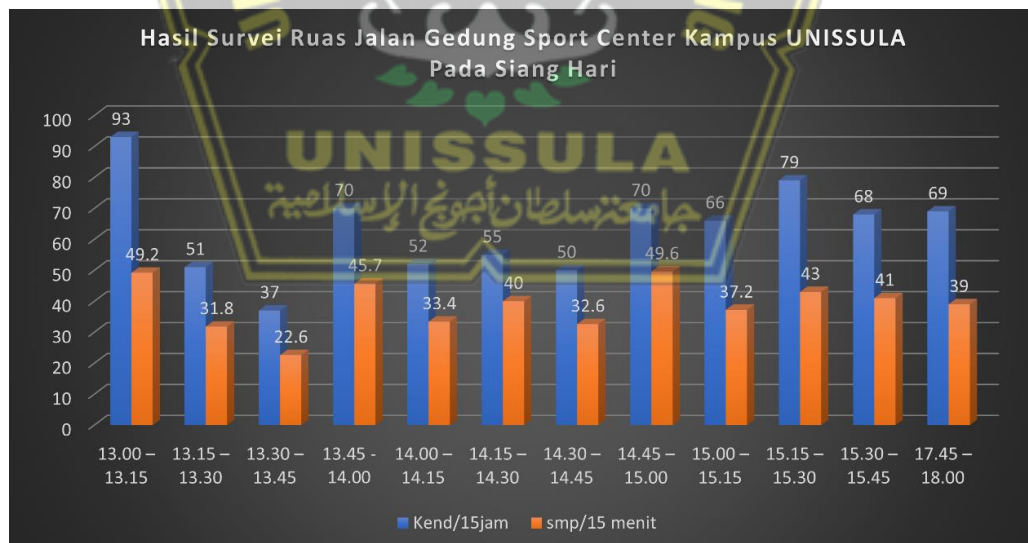
Periode (WIB)	Kendaraan			Total		
	HV	LV	MC	Kend/15jam	smp/15 menit	smp/jam
07.00 – 07.15	1	7	53	61	29.5	213
07.15 – 07.30	0	10	68	78	37.2	
07.30 – 07.45	2	33	84	119	69.2	
07.45 - 08.00	1	29	117	147	77.1	
08.00 – 08.15	1	20	95	116	59.3	301.1
08.15 – 08.30	0	27	83	110	60.2	
08.30 – 08.45	0	40	121	161	88.4	
08.45 – 09.00	0	38	138	176	93.2	
09.00 – 09.15	1	43	151	195	104.7	323.5
09.15 – 09.30	1	36	119	156	84.9	
09.30 – 09.45	0	26	106	132	68.4	
09.45 – 10.00	1	27	93	121	65.5	
TOTAL	8	336	1228	1572	837.6	
13.00 – 13.15	0	20	73	93	49.2	149.3
13.15 – 13.30	0	19	32	51	31.8	
13.30 – 13.45	0	13	24	37	22.6	
13.45 - 14.00	1	28	41	70	45.7	
14.00 – 14.15	0	21	31	52	33.4	155.6
14.15 – 14.30	0	30	25	55	40	
14.30 – 14.45	0	21	29	50	32.6	
14.45 – 15.00	2	33	35	70	49.6	
15.00 – 15.15	0	18	48	66	37.2	160.2
15.15 – 15.30	0	19	60	79	43	
15.30 – 15.45	0	23	45	68	41	
17.45 – 18.00	0	19	50	69	39	
TOTAL	3	264	493	760	465.1	
Jumlah Kendaraan	11	600	1721	2332	1302.7	

Untuk **Tabel 4.5** diatas dapat di ketahui bahwa penelitian di ruas jalan depan gedung *sport center* kampus UNISSULA pada Hari Rabu 8 Juni 2022 selama 6 jam didominasi oleh kendaraan bermotor dengan jumlah 1721 kendaraan. Kemudian diikuti dengan kendaraan ringan sebanyak 600 kendaraan, dan kendaraan berat dengan jumlah 11

kendaraan. Untuk smp/jam paling tinggi terjadi pada pukul 09.00 – 09.15 dengan jumlah 104,7 smp/15 menit dan merupakan volume lalu lintas harian paling tinggi daripada hari-hari yang lain hal ini disebabkan adanya pratikum fakultas Teknik dan fakultas keperawatan. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10**.



Gambar 4.9 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Rabu Pagi 8 Juni 2022



Gambar 4.10 Grafik Volume Arus Lalu Lintas Hari Rabu Pagi 8 Juni 2022

4.2 Beban Lalu Lintas

Dari hasil pengamatan lapangan yang dilakukan selama 5 hari dapat di ketahui jenis kendaraan yang melintas di jalan kampus UNISSULA terbagi menjadi 3 yaitu kendaraan ringan, kendaraan sedang dan kendaraan berat. Yang terdiri dari kendaraan motor, mobil penumpang, mobil truk, mobil bus, dan mobil truk mixer. Dimensi dan berat kendaran ini menimbulkan gaya tekan pada sumbu kendaraan yang mempengaruhi perkerasan *paving blok* berikut perhitungan VDF kendaraan yang melintas di jalan kampus UNISSULA . Rumus untuk menentukan VDF pada persamaan (2.8) berikut :

$$VDF = k \left[\frac{P}{P_{std}} \right]^b$$

4.2.1 Mobil Penumpang



Gambar 4.11 Mobil Penumpang 1,1

Perhitungan VDF mobil penumpang 1,1 dengan beban 2,0 ton

$$\text{Sumbu depan} : 0,50 \times 2,0 = 1\text{t} \quad VDF = 1 \left[\frac{1}{8,16} \right]^4 = 0,0002$$

$$\text{Sumbu belakang} : 0,50 \times 2,0 = 1\text{t} \quad VDF = 1 \left[\frac{1}{8,16} \right]^4 = 0,0002$$

$$\text{VDF total} : 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

Jadi faktor daya rusak kendaraan mobil penumpang pada perkerasan paving blok jalan kampus UNISSULA adalah 0,0004

4.2.2 Mobil Bus



Gambar 4.12 Mobil Buss 1,2

Perhitungan VDF mobil bus 1,2 dengan beban 9 ton

$$\text{Sumbu depan} : 0,34 \times 9\text{t} = 3,06\text{t} \quad \text{VDF} = 1 \left[\frac{3,06}{8,16} \right]^4 = 0,0977$$

$$\text{Sumbu belakang} : 0,66 \times 9\text{t} = 5,94\text{t} \quad \text{VDF} = 0,86 \left[\frac{5,94}{8,16} \right]^4 = 0,2414$$

$$\text{VDF total} : 0,0977 + 0,2414 = 0,3391$$

Jadi faktor daya rusak kendaraan mobil bus pada perkerasan paving blok jalan kampus UNISSULA adalah 0,3391.

4.2.3 Mobil Truk



Gambar 4.13 Mobil Truk 1,2H

Perhitungan VDF mobil truk 1,2H dengan beban 18,2 ton

$$\text{Sumbu depan} : 0,34 \times 8,3 = 2,822\text{t} \quad \text{VDF} = 1 \left[\frac{2,822}{8,16} \right]^4 = 0,0143$$

$$\text{Sumbu belakang} : 0,66 \times 8,3 = 5,478\text{t} \quad \text{VDF} = 0,86 \left[\frac{5,478}{8,16} \right]^4 = 0,1746$$

$$\text{VDF total} : 0,0143 + 0,1746 = 0,1889$$

Jadi faktor daya rusak kendaraan mobil truk pada perkerasan paving blok jalan kampus UNISSULA adalah 0,1889

4.2.4 Mobil Truk Molen



Gambar 4.14 Mobil Truk Molen 1,22

Perhitungan VDF mobil truk 1,22 dengan beban 25 ton

$$\text{Sumbu depan} : 0,25 \times 25t = 6,25t \quad \text{VDF} = 1 \left[\frac{6,25}{8,16} \right]^4 = 0,3442$$

$$\text{Sumbu belakang} : 0,75 \times 25t = 18,75t \quad \text{VDF} = 0,86 \left[\frac{18,75}{8,16} \right]^4 = 2,3974$$

$$\text{VDF total} : 0,3442 + 2,3974 = 2,7416$$

Jadi faktor daya rusak kendaraan mobil truk pada perkerasan paving blok jalan kampus UNISSULA adalah 2,7416

4.3 Uji Laboratorium

Lokasi penurunan tanah yang akan disimulasikan di laboratorium yaitu depan Gedung Olahraga Kampus UNISSULA. Berdasarkan hasil penelitian volume lalu lintas yang dilakukan selama 5 hari, dapat diketahui besar beban lalu lintas yang terberat adalah mobil molen dengan VDF 2,74 ton. Tanah Perkerasan *paving block* depan Gedung Olahraga Kampus UNISSULA juga dipengaruhi air hujan sehingga terjadi penurunan tanah.



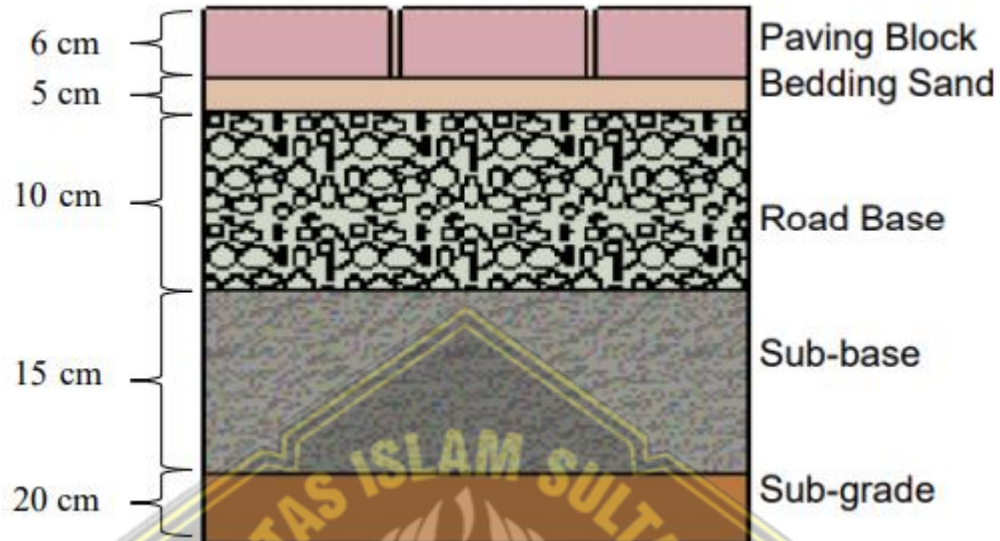
Gambar 4.15 Tinjauan Lokasi



Gambar 4.16 Tinjauan Lokasi 2

Lapisan perkerasan *paving block* terdiri dari *paving block*, *beding sand*, *road base*, *sub base*, dan *subgrade*. Untuk mengetahui perbandingan penurunan tanah saat terjadi tekanan akibat beban lalu lintas maka memberi kadar air yang bervariasi pada

subgrade saat dilakukan uji laboratorium. Gambar lapisan perkerasan *paving block* dapat dilihat pada **Gambar 4.17**.



Gambar 4.17 Lapisan Perkerasan *Paving Block*

4.3.1 Data Bahan yang Digunakan

Pada uji laboratorium yang dilakukan menggunakan jenis paving *holland* dengan ukuran tebal 6cm dengan pola pemasangan *herringbond* seperti pada **Gambar 4.18**

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

Gambar 4.18 Ketebalan *Paving Block* (Salsabilla Tsani 2019)

Pemilihan *paving block* jenis *holland* dengan ukuran tebal 6cm, panjang 20 cm, dan lebar 10cm pada uji laboratorium yang di lakukan, dikarenakan menyesuaikan dengan jenis *paving block* yang digunakan pada perkerasan *paving block* jalan kampus UNISSULA yang di teliti yaitu menggunakan paving jenis *holland* tebal 6 cm dengan pola pemasangan *herringbone* yang dapat dilihat pada **Gambar 4.19**

Gambar 4.19 Ukuran *Paving Block*



4.3.2 Perhitungan Cawan

Cawan yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu agar di ketahui nilainya dan dapat dipisah dengan nilai *subgrade* yang ada diatasnya Ketika dilakukan penimbangan, dapat dilihat pada **Tabel 4.6** berikut ini:

Tabel 4.6 Berat Cawan

Nama	<i>Subgrade</i> (gr)	<i>Subgrade</i> + 5% (gr)	<i>Subgrade</i> + 10% (gr)
Cawan	6,6	6,77	6,34
Cawan + isi	67,1	162,39	169,97
Setelah dioven Cawan + isi	56,98	130,93	132,94
Isi basah	60,5	155,6	163,63
Isi kering	50,38	124,16	126,6

Dari hasil perhitungan cawan maka di ketahui berat cawan tanpa *subgrade* adalah 6,6gr 6,77gr, dan 6,37gr. Dilakukan perhitungan agar dapat di ketahui berat isi tanpa berat cawan.

4.3.3 Perhitungan Kadar Air *Subgrade*

Pada uji laboratorium dengan menghitung kadar air pada *subgrade* untuk mengetahui berapa banyak kadar air yang ada pada *subgrade*. Setelah itu dapat menentukan berapa banyak kadar air yang harus ditambahkan untuk pengujian *vertical* bisa dilihat pada **Tabel 4.7** dan **Tabel 4.8** berikut ini:

- a. Rumus yang digunakan untuk mengetahui kadar air pada persamaan (2.2) berikut:

Rumus air hilang = Berat awal – berat akhir

$$\text{Kadar air} = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{67,1 - 56,98}{56,98 - 6,6} \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Hasil Kadar Air

Sample	No Cawan	Berat cawan (gr)	Berat cawan + tanah basah (gr)	Berrat cawan + tanah kering (gr)	Kadar air
<i>Subgrade</i> 0%	1	6,6	67,1	56,98	20%
<i>Subgrade</i> + 5%	2	6,77	162,39	130,93	25,3%
<i>Subgrade</i> + 10%	3	6,37	169,97	132,94	29,25%

b. Rumus yang digunakan untuk menentukan besaran volume air yang ditambahkan

$$\begin{aligned}
 V_{subgrade} &= P \times L \times t \\
 &= 75 \times 75 \times 20 \\
 &= 112.500 \text{ cm}^3 \\
 &= 112,5 \text{ L}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan volume air tambahan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{air 5\%}} &= V_{subgrade} \times 5\% \\
 &= 112,5 \times \frac{5}{100} \% \\
 &= 5,62 \text{ L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{air 10\%}} &= V_{subgrade} \times 10\% \\
 &= 112,5 \times \frac{10}{100} \% \\
 &= 11,25 \text{ L}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Hitungan Kadar Air

Variable	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (l)	Berat (kg)
<i>V subgrade</i>	75	75	20	0	178,8
5%	75	75	20	5,62	184,4
10%	75	75	20	11,25	190,3

Dari hasil perhitungan kadar air yang dilakukan pada *subgrade* hampir sama dengan kadar air yang telah ditentukan yaitu kadar air *subgrade* asli sebesar 20% untuk pengujian lab pertama, 25,3% pada penambahan kadar air 5% untuk pengujian lab kedua, 29,25% pada penambahan kadar air 10% untuk pengujian lab ketiga.

4.3.4 Pengujian Vertical

Pada pengujian beban atau menguji perhitungan *vertical* menggunakan alat khusus yang ada di laboratorium yaitu box besi ukuran 75x75x60 cm dengan di bantu alat hydrolis jack yang berfungsi memberikan gaya pada perkerasan *paving block* yang

akan memberikan tekanan *vertical* pada perkerasan *paving block* yang dapat dilihat pada **Gambar 4.20** berikut ini :



Gambar 4.20 Box Besi Ukuran 75x75x60 cm

Sebelum diberi gaya *vertical* jarak permukaan *paving block* dengan besi penopang diukur menggunakan meteran, setelah itu di beri gaya *vertical* dan kemudian diukur Kembali untuk mengetahui selisih awal dan setelah di berigaya. Dari hasil selisih maka di ketahui besar penurunan yang terjadi.

Pada perhitungan *vertical* ini memberi beban sebesar 2,74 ton. Beban ini didapat dari perhitungan VDF kendaraan yang melintasi jalan kampus UNISSULA. Pengujian beban *vertical* ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan kadar air yang berbeda hasil uji *vertical* dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Bentuk *Paving Block* dan Pola Penyusunan

No	Jenis <i>paving block</i>	Ketebalan	Pola penyusunan	Variasi kadar air dan penurunan		
				0%	5%	10%
1	<i>Holland</i>	6cm	Herringbond	5,2 cm	8 cm	11,9 cm

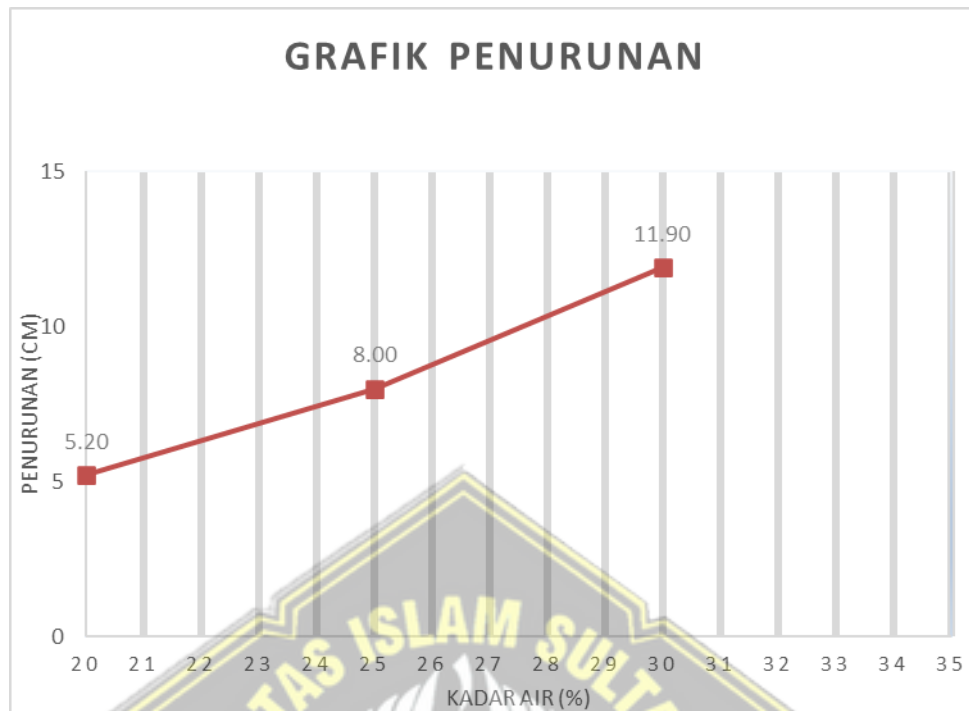


Gambar 4.21 Sebelum diberi Gaya Vertical



Gambar 4.22 Sesudah diberi Gaya Vertical

Dari **Gambar 4.22** Diatas untuk mengetahui penurunan yang terajadi pada uji *vertical* yang dilakukan sebanyak tiga kali uji coba dengan berat 2,74 ton dan kadar air yang bervariasi. Dimana hasil penurunan tanah 5,2 cm untuk tanah timbunan dengan kadar air 20% pada pengujian pertama, penurunan tanah 8 cm untuk tanah timbunan dengan tambahan air 5% pada pengujian kedua, dan penurunan tanah 11,9 cm untuk tanah timbunan dengan penambahan kadar air 10% pada percobaan ketiga. Dengan demikian maka membuat gravik seperti yang ada di **Gambar 4.23**.



Gambar 4.23 Grafik Penurunan Tanah

Dari hasil pengujian laboratorium, perbedaan penurunan tanah dengan kadar air yang bervariasi di tunjukan pada **Grafik 4.22** dapat dilihat bahwa pada lapisan tanah *subgrade* dengan kadar air 20% penurunan yang terjadi sebesar 5,20 cm. kemudian pada lapisan tanah *subgrade* dengan kadar air 25% penurunan yang terjadi sebesar 8 cm. dan pada lapisan tanah *subgrade* dengan kadar air 30% penurunan yang terjadi sebesar 11,90 cm. Dari **Grafik 4.22** dapat dilihat up-tren grafik yang artinya semakin besar kadar air maka semakin besar pula penurunan yang terjadi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada penelitian analisa pengaruh beban lalu lintas pada perkerasan *paving block* maka di dapat kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil survey volume lalu lintas selama 5 hari pada (tanggal 27 Mei 2022 - 8 juni 2022) untuk pengambilan data pada pagi (jam 7.00 - 10.00) dan siang hari (jam 13.00 - 16.00) maka didapat smp/jam harian tertinggi yaitu Hari Rabu 8 Juni 2022 pada pukul 09.00 - 09.15 dengan jumlah 104,7 smp/15 menit. Kendaraan yang melintasi jalan kampus UNISSULA berupa motor, mobil penumpang, mobil bus, mobil truk, mobil truk molen dan didominasi kendaraan motor dan mobil penumpang.
- b. Besar VDF (*vehicle damage factor*) sebagai berikut: mobil penumpang memiliki berat maksimal 2 ton dengan VDF 0,0004, mobil bus memiliki berat maksimal 9 ton dengan VDF 0,3391, mobil truk memiliki berat maksimal 8,3 ton dengan VDF 0,1889, dan mobil truk molen memiliki berat maksimal 25 ton dengan VDF 2,7416.
- d. Uji beban *vertical* yang di lakukan di laboratirium pada lapisan *subgrade* dengan kadar air 20% diperoleh penurunn 5,2 cm, kadar air 25% diperoleh penurunan 8 cm dan kadar air 30% diperoleh penurunan 11,90 cm

5.2 Saran

Berdasarkan analisa pengaruh beban lalu lintas terhadap perkerasan *paving block* maka dapat memberi saran sebagai berikut:

1. Memperbanyak analisa tentang perkerasan *paving block* khususnya pada kekuatan dan pola pemasangan *paving block*.
2. Gunakan *paving block* yang sesuai dengan pola penyusunan dan kekuatan *paving* pada jalan yang sesekali dilewati kendaraan berat.

3. Sebaiknya jarak antar *paving block* di pasang sesuai dengan aturan yaitu 3mm sampai 5mm agar perkerasan *paving* lebih kuat.
4. Solusi untuk penurunan tanah akibat kadar air yaitu dengan membuat drainase yang baik agar air tidak mengendap.



DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, (Desember 2019). *Analisa Pemanfaatan Limbah Battom ASH dan Serbuk Pecahan Kaca Terhadap Konstruksi Paving Block*, Jurnal Ilmiah tekno global volume 8 no. 2
- Aditya, Candra. (Maret 2012). *Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air dan Ketahanan Aus Paving block*, Widya Teknika Vol.20 No.1
- Badan Standar Nasional. *Bata Beton (Paving Block)*, SNI 03-0691-1996.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci (SK SNI T-04-1990-F)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standar Nasional. *Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung*, SKSNI T15199103.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pelatihan Ahli Teknik Desain Jalan (Road Design Engineer, RDE – 08*.
- Erway, Herfiantino., & Yuki Achmad, Yakin. (Juni 2016). *Perbaikan Tanah Untuk Meningkatkan CBR Dengan Bahan Aditif Serbuk Bata Merah Dan Abu Sekam Padi*, Jurusan Teknik Sipil Itenas Vol. 2
- Nugroho, Eko Ngudi., & Rahadian Ravendra. (Maret 2017). *Analisis Interlocking Paving Block Bentuk Hexagonal Dengan Metode Finite Element 3D Program SAP 2000*.
- Maer, Juliana. (Desember 2019). *Analisis Pengaruh U-TURN Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas Di Jalan Robert Wolter Monginsidi Kota Manado*, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.12.
- Mildawati, Roza., & Dewi, Sri Hartati. (Januari 2022). *Fajri Syefringga, Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Paving Block*.
- Melinda, Renna., & Arif Prastyonto, Catur. (Februari 2019). *Evaluasi Nilai Distribusi Beban As Kendaraan Berdasarkan Data Aktual di Lapangan untuk Kendaraan dengan Konfigurasi Sumbu 1.2 H dan 1.2+2.2*, Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Vol.17 No.1
- Nurdin, Muhammad., & Mursidi, Ir. Surahmad. (2013). *Evaluasi Tikungan Di Ruas Jalan Dekso-Samigaluh Kabupaten Kulon Progo*.

Pattipeilohy, Jeckelin., & N.M.Y, W. Sapulette. (2019). *Lewaherilla, Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu*, Jurnal Manumata Vol.5 No.2

Rezaslash, Blog. (2012). “*Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*”,
<http://rezaslash.blogspot.com/2012/12/perkerasan-kaku-rigid-pavement.html>

Salsabilla Tsani, Nadia., & Mudiyo, Rachmat. (September 2019). *Analisis Bahu Jalan Menggunakan Perkerasan Paving Block*, Reviews in Civil Engineering, v.03, n.2, p.42-50

Syafriana., M. Saleh, Sofyan.,& Renni Anggraini, Sofyan. (Agustus 2015). *Evaluasi Umur Layan Jalan Dengan Memperhitungkan Beban Berlebih di Ruas Jalan Lintas Timur Provinsi Aceh*, Jurnal Transportasi Vol. 15 No. 2

